



ISSN. 2411-7021

REVISTA CIENTÍFICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

A GRO-ECOLÓGICA

UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA



NÚMERO ESPECIAL

Volumen 2 - Número 1 / Julio 2015

REVISTA CIENTÍFICA DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

AGRO-ECOLÓGICA

UNIVERSIDAD MAYOR, REAL Y PONTIFICIA DE SAN FRANCISCO XAVIER DE CHUQUISACA



NÚMERO ESPECIAL

Volumen 2 - Número 1 / Julio 2015

AGRO-ECOLÓGICA

ISSN 2411-7021 (Impreso), ISSN 2313-2906 (Digital)

Volumen 2-Número 1, Julio 2015

NÚMERO ESPECIAL

AGRO-ECOLÓGICA publicada por primera vez en 2014, es una revista semestral editada por la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca (USFX). Este número especial impreso, recoge los resultados de los trabajos de investigación del Proyecto BEISA 3 en temas de Agroecología, Agrobiodiversidad y Agroforestería.

La revista publica artículos originales notas y ensayos sobre agricultura sostenible y la biodiversidad con énfasis en Chuquisaca, Bolivia y países vecinos, arbitrados mínimo por dos evaluadores externos y uno interno. Incluye temas relativos a agricultura, ecología, biología, conservación, manejo de recursos y uso de la biodiversidad.

Directorio de la revista

Eduardo Rivero Zurita: Rector-USFX

Walter Arízaga Cervantes: Vicerrector-USFX

Oscar Vera Fernández: Decano - FCA

Martha Serrano Pacheco: Editora

Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria

Ariel Céspedes: Co-editor

Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria

Manejo base de datos

Winder Felípez Chiri

Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria

Asistencia editorial

Milena Susana Luque

Consultora-Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria

Todos los derechos reservados

ISSN: 2411-7021

Depósito legal: 3-3-66-15 P.O.

Pintura de la tapa e ilustraciones botánicas en acuarela

Robert Niklasson

Impreso: Imprenta Editorial "Tupac Katari"

Sucre - Bolivia

Comité Científico Editorial

Comité Editorial

Campero Melina, Ph.D.

Universidad Mayor de San Simón, Bolivia

Flores Luis, Ph.D.

Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Chile.

Windsor Donald, Ph.D.

Smithsonian Tropical Research Institute, Panamá.

Ramos María, Ph.D.

ECORFAN-México

Tommy Daalgard Ph.D.

Aarhus University, Dinamarca

Per Kudsk Ph.D.

Aarhus University, Dinamarca

Daniel Sterlich

Universidad Nacional de La Pampa, Argentina

Elke Noellemeyer

Universidad Nacional de la Pampa, Argentina

Hibert Huaylla Limachi Ph.D.

Universidad San Francisco Xavier

Informaciones: Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria (IASA)

Casilla 1046, Correo Central, Sucre Bolivia

Telf. (591) 464 31004/ Fax (591) 464 39785

agro-ecologica@usfx.edu.bo, editorrae@usfx.edu.bo

www.iasabolivia.org/revista

www.usfx.edu.bo

Sucre, Bolivia

CONTENIDO

Agroecología

Editorial.....	7
Manejo Integrado de Malezas (MIM), principios e implementación <i>Per Kudsk</i>	11
Artículos	
Incorporación de abonos verdes para la recuperación de la fertilidad de los suelos en la comunidad Las Casas, Municipio Padilla <i>Marizol Pérez, Roberto Acebey, Julio C. Ramírez. & Martha Serrano</i>	13
Insecticidas botánicos una alternativa para el control de la mosca del ají (<i>Neosilba pendula</i>) en Zapallar Municipio Monteagudo, Chuquisaca <i>Odalis Esther Cardozo & Manuel Jiménez Huamán</i>	22
Recuperación de la fertilidad de suelos en bosques secundarios, Monteagudo Chuquisaca <i>Vedulia Coronado & E. Noellemeyer</i>	32
Materia orgánica y textura en la fertilidad de los suelos de San Pedro del Zapallar, Chuquisaca <i>Jorge Orias & Elke Noellemeyer</i>	42
Descripción preliminar de los suelos con cultivos en ladera en agroecosistemas del Subandino de Chuquisaca <i>Vedulia Coronado & Jorge Orias</i>	50
Análisis de indicadores económicos del control de plagas y enfermedades en variedades nativas de maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en Monteagudo, Chuquisaca <i>Marina Villalba León, Heriberto Reynoso, Ariel Céspedes, Julio Cesar Ramirez & Próspero Guzmán</i>	58
Caracterización agroecológica de suelos con fines de manejo, en la cordillera de los Andes Tropicales <i>Vedulia Coronado, Jorge Orias & Elke Noellemeyer</i>	68
Indicadores Agroambientales: Diseño y análisis en Agroecosistemas con cultivo de maíz (<i>Zea mays</i>) Chuquisaca, Bolivia <i>Winder Felipez Chiri, Martha Serrano Pacheco & Rodrigo Rojas Morales</i>	77
Producción de semillas de una variedad promisoría de maíz (<i>Zea mays</i>) en las comunidades de Azero Norte y Zapallar del Municipio de Monteagudo <i>Heriberto Reynoso Montes</i>	89
Efecto de métodos de control de malezas, en el crecimiento y rendimiento del cultivo de ají, Municipio Padilla <i>Marco A. Barrientos Pinto & Martha Serrano</i>	98
Evaluación de tres cultivos de cobertura en San Pedro del Zapallar, Municipio Monteagudo <i>Blanca A. Rosado Vargas, Marco A. Barrientos Pinto & Martha Serrano Pacheco</i>	108

Determinación del efecto nodular de bacterias nitrificantes (<i>Rhizobium</i>) en el rendimiento de ecotipos y variedades de maní <i>Iverth Cabrera Carreon, Marco Antonio Barrientos Pinto & Richar Edwar Lazo Cabrera</i>	114
--	-----

Notas

Ética y biotecnología: más preguntas que respuestas juntos por la seguridad alimentaria en Bolivia <i>Gabor L Lövei & Martha Serrano</i>	123
---	-----

Suelos y los servicios ecosistémicos <i>Elke Noellemeyer</i>	124
---	-----

Agrobiodiversidad

Artículos

Centros de origen de plantas cultivadas de los agroecosistemas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao <i>Martha Churqui, Ariel Cespedes, Reinaldo Lozano & Martha Serrano</i>	135
--	-----

Estudio etnobotánico de especies silvestres del género <i>Capsicum</i> en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao <i>Luis Huaylla, & Martha Serrano</i>	145
--	-----

Caracterización agromorfológica de ecotipos de maní (<i>Arachis hypogaea</i>) en Pedernal, Chuquisaca <i>Teófilo Ramírez & Martha Serrano</i>	155
--	-----

Plantas comestibles nativas y naturalizadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao Chuquisaca Bolivia <i>Winder Felipez Chiri, Jorge Orias Soliz & Martha Serrano Pacheco</i>	169
--	-----

Registro de nuevos taxones de avispas parasitoides (Hymenoptera) como enemigos naturales para el control de plagas en los cultivos de maní y ají <i>Ariel Angel Cespedes Llave & Roberto Acebey Aldunate</i>	180
---	-----

Uso del suelo, cobertura y fragmentación de bosques montanos tropicales del Parque Nacional y área Natural de manejo Integrado Serranía del Iñao <i>Reinaldo Lozano Ajata & Cristhian Negrete</i>	196
--	-----

Insectos en el cultivo de <i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> en las comunidades de Las Casas y Naranjal del Municipio de Padilla <i>Julio Cesar Ramirez Balcera & Roberto Acebey Aldunate</i>	204
---	-----

Notas

Biodiversidad del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inao <i>Martha Serrano, Jeaneth Villalobos, Verónica Chávez & Manuel Jiménez</i>	215
---	-----

El sahuinthu “ <i>Myrcianthes pungens</i> O.Berg” una especie promisoría <i>Juan Antonio Calderón</i>	220
--	-----

Agroforestería

Artículos

Uso agroforestal de leñosas nativas en dos comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao <i>María Luisa Gonzales Bernall, & Manuel Horacio Jiménez Huamán</i>	225
Desarrollo del cultivo del naranjo (<i>Citrus sinensis</i>) en sistemas agroforestales sucesionales en el Municipio de Monteagudo, Chuquisaca <i>Manuel Horacio Jiménez Huamán & Arminda Ortiz Paniaga</i>	236
Comparación de dos parcelas con cítricos en sistemas agroforestales con sucesiones vegetales en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Monteagudo <i>Rehana Sheriff</i>	246
Especies forrajeras nativas preferidas por el ganado bovino en ecosistemas de Bosque Seco del Área Protegida de la Serranía del Iñao <i>Rosenda Quispe Fernández & Manuel Horacio Jiménez Huamán</i>	257
Sistemas agroforestales sucesionales para la restauración de áreas degradadas en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Municipio Monteagudo <i>Víctor Hugo Rodríguez Condori, Manuel H. Jiménez & M. A. Barrientos</i>	274
Oferta de forrajeras en áreas cerradas al pastoreo en ecosistemas en la comunidad de Iripiti, Municipio Villa Vaca Guzmán <i>Delia Vargas Ochoa & Edwin Portal</i>	285
Pastoreo extensivo y riqueza estacional de forrajeras nativas en bosques secos en la comunidad de Iripiti, Municipio Villa Vaca Guzmán <i>Manuel H. Jiménez Huamán, Delia Vargas Ochoa & David Villalba Vargas</i>	294
Nota	
Adaptabilidad de cuatro especies forrajeras en la comunidad de Iripiti, Municipio de Villa Vaca Guzmán <i>Grover Vargas Cerezo, Marco A. Barrientos Pinto & Manuel Jiménez</i>	306

EDITORIAL

Para ampliar la base del conocimiento de los recursos naturales de una de las áreas protegidas con mayor diversidad biológica de Chuquisaca, el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño, y en cumplimiento al objetivo de contribuir a la agricultura sostenible y la seguridad alimentaria de las comunidades que viven al interior del área protegida el Instituto de Investigación de Agroecología y Seguridad Alimentaria, mediante la realización de proyectos de investigación del proyecto BEISA 3 presenta este primer número especial impreso de la revista Agro-ecológica, como contribución al avance en el conocimiento, conservación y uso sostenible de los agroecosistemas donde se desarrollaron investigaciones en temas de Agroecología, resultado de la colaboración en Investigación de la Universidad de Aarhus-Dinamarca, Universidad Nacional de La Pampa-Argentina y San Francisco Xavier-Bolivia. La revista se abre a un público más amplio al considerar no solo contribuciones en temas agrícolas, sino trabajos inéditos de investigación sobre botánica, biología, ecología, conservación, manejo de recursos naturales y uso de la agrobiodiversidad, en un sentido más amplio. Se presenta un contenido muy variado incluido en tres áreas: Agroecología, Agrobiodiversidad y Agroforestería, que esperamos sea muy provechoso para los lectores.

De esta manera, se incluye información acerca de variedades silvestres de plantas cultivadas y otros cultivares que son estratégicos para la seguridad alimentaria y nutricional de la población. La conservación *in situ* de la diversidad de cultivos y sus parientes silvestres, además de la fauna entomológica asociada a los agroecosistemas, ha sido abordada por el programa de investigación de Agrobiodiversidad de BEISA 3, que se plantea integrar a las estrategias nacionales para el desarrollo de una agricultura sostenible, basado en la agroecología, que es reconocida como una alternativa productiva viable, cuya aplicación posibilita producir alimentos inocuos, para una mejor conservación de los recursos naturales: suelo, agua, vegetación, con lo cual es factible contribuir a mejorar las condiciones socioeconómicas de numerosas familias de pequeños agricultores de escasos recursos. Los autores de los artículos y notas técnicas, afirman en sus conclusiones que la agrobiodiversidad juega un rol importante en la seguridad y soberanía alimentaria de las comunidades.

Este número también presenta los avances y aplicación de la Agroforestería como contribución para promover el aprovechamiento racional de los recursos naturales, el intercambio de conocimientos tradicionales y técnicos, y el apoyo interinstitucional para desarrollar la actividad agroforestal en los municipios de Chuquisaca donde se establecieron sistemas agroforestales. Los artículos y notas técnicas resultado de investigaciones realizadas con los agricultores asentados en el área protegida muy rico en biodiversidad, describe como los agricultores han restaurado áreas degradadas por el uso excesivo del suelo con las plantaciones de cítricos y otros cultivos, ahora esos mismos suelos sus huertos tradicionales mixtos con base en el uso de especies aptas para este propósito, con sistemas agroforestales ecológicos que conservan una gran variedad de especies agrícolas, hortícolas, ornamentales y medicinales.

De la misma manera, se presenta avances en la investigación silvopastoril e información de plantas forrajeras; para lograr estos avances se ha recuperado conocimientos tradicionales acerca del uso y manejo de las especies. La información taxonómica y etnobotánica detallada de las especies nombradas en los artículos y notas, permitirá plantear alternativas de aprovechamiento que incidan favorablemente en la economía de los productores. Además se ha prestado especial atención a la utilización de la información etnobotánica para la selección de plantas en la búsqueda métodos y diseños agroforestales para el uso adecuado de los paisajes agropecuarios y ecosistemas naturales. Algunos investigadores evidencian la importancia de utilizar información etnobotánica para este fin.

Agradecemos al Comité Directivo de la revista, Comité Científico Editorial y todos los evaluadores, por su acompañamiento durante el tiempo que demandó elaborar este número especial que contiene resultados del proyecto BEISA 3 de su área de Agroecología, conociendo que tenemos nuevos retos para mejorar nuestra calidad de producción científica bajo los estándares de indexación internacionales, para alimentar la toma de las urgentes decisiones que se requieren en la actualidad, que con la participación de las nuevas generaciones de investigadores formados mediante la alianza trinacional que generó BEISA 3 lo lograremos. Esperamos que esta nueva visión sea del agrado de todos ustedes.

Martha Serrano

Editora Revista Agro-ecológica

Proyecto BEISA 3

AGROECOLOGÍA



Solanum tuberosum

Manejo Integrado de Malezas (MIM), principios e implementación

Per Kudsk

Professor & Head of Section, Dept. of Agroecology Aarhus University, Forsøgsvej 1 DK-4200 Slagelse. Tel.: +45 87158096 Mobile: +45 22283382. Tel: +45 871 56000 Web: agro.au.dk
Email: per.kudsk@agro.au.dk

El manejo Integrado de Plagas (MIP) nació con la introducción del término “control integrado” por Stern et al. (1959). Desde entonces se han propuesto muchas definiciones de MIP y de nuevo en 2002 Bajan y Kogan (2002) enumeran 67 definiciones diferentes de MIP. La Unión Europea recientemente ha desarrollado ocho principios generales de MIP. Los ocho principios siguen el ciclo de crecimiento del cultivo que se enfoca en primer lugar en la prevención (“más vale prevenir que curar”), entonces en la identificación y cuantificación de las malas hierbas, son requeridas las medidas de control que destacan el uso de métodos no químicos, el uso adecuado de herbicidas y, finalmente, la evaluación de la estrategia con el fin de evaluar los resultados y corregir la estrategia para la siguiente temporada de crecimiento, si es necesario. En contraste con la mayoría de las plagas y enfermedades más importantes y la flora de malezas está más influenciada por la rotación de cultivos, el tipo de cultivo y las prácticas de manejo que por un determinado cultivo en la rotación de cultivos. Por ejemplo, las malas hierbas anuales se asocian principalmente a los sistemas de cultivo, que consisten también en cultivos anuales, mientras que las malezas perennes son más dominantes en los cultivos perennes. Debido a la estrecha relación entre la flora de malezas y el sistema de cultivo MIM tiene que considerar el sistema de cultivo y MIM es por lo tanto más estrechamente relacionado con el más amplio Manejo Integrado de Cultivos (MIC) de la gestión integrada de las enfermedades y plagas. Un marco para IWM debe tener en cuenta todo el ciclo de vida de las hierbas malas y para ser sostenible debe alcanzar por lo menos uno, pero preferiblemente más de los siguientes objetivos: 1) Minimizar el establecimiento del banco de semillas del suelo o de los órganos vegetativos subterráneos de malezas en el cultivo, 2) minimizar la competencia por luz, nutrientes y agua mediante la eliminación de las malas hierbas o mediante la manipulación de la flora de malezas o del cultivo para reducir la capacidad competitiva de la flora de malezas y 3) minimizar el retorno de semillas al banco de semillas del suelo o de los órganos vegetativos subterráneos a la banco de órganos. En la presentación se presentarán ejemplos de medidas de control que se ajusten a este marco.

Integrated weed management (IWM) – principles and implementation

Integrated Pest Management (IPM) was born with the introduction of the term ‘integrated control’ by Stern et al. (1959). Since then many definitions of IPM have been proposed and back in 2002 Bajan & Kogan (2002) listed 67 different definitions of IPM. The European Union recently developed 8 general IPM principles. The eight principles follow the crop growth cycle focussing firstly on prevention (‘prevention is better than cure’), then on identification and quantification of the weeds, control measures highlighting the use of non-chemical methods, proper use of herbicides and finally assessment of the strategy with the view of assessing the results and correcting the strategy for the coming growth season if required. In contrast to the majority of the most important diseases and pests the weed flora is more influenced by crop rotation, crop type and management practices than by a specific crop in the crop rotation. For example, annual weeds are primarily associated with cropping systems consisting of annual crops while perennial weeds are more dominant in perennial crops. Due to the close association between weed flora and the cropping system IWM has to consider the cropping system and IWM is therefore more closely related to the broader Integrated Crop Management (ICM) than integrated management of diseases and pests. A framework for IWM needs to consider the whole life cycle of weeds and to be sustainable is should achieve at least one but preferable more of the following goals: 1) Minimise weed establishment in the crop from the soil seed bank or subterranean vegetative organs, 2) minimise competition for light, nutrients and water by removing the weeds or by manipulating the weed flora or the crop to reduce the competitive ability of the weed flora and 3) minimise the return of seeds to the soil seed bank or subterranean vegetative organs to the organ bank. In the presentation examples of measures that fit into this framework will be presented.

Incorporación de abonos verdes para la recuperación de la fertilidad de los suelos en la comunidad Las Casas, Municipio Padilla

Incorporation of compost for the recovery of fertility of soils in the community of Las Casas, Padilla Municipality, Chuquisaca

Marizol Pérez^{1,2}, Roberto Acebey^{1*}, Julio C. Ramírez.¹ & Martha Serrano¹

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

² Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre-Bolivia.

* roacebey@yahoo.com

Resumen

El uso de abonos verdes en los suelos es una práctica agrícola bastante acertada para mejorar la fertilidad de los suelos, debido a los múltiples beneficios físicos, químicos y biológicos. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de abono verde acolchado con la aplicación de diferentes especies de leguminosas, para mejorar las propiedades físico-químicas de los suelos evaluados mediante el efecto en el rendimiento del cultivo de maíz. La investigación se realizó en dos periodos agrícolas en una parcela experimental en la comunidad de Las Casas del Municipio de Padilla, donde el área de estudio se caracterizó por presentar suelos de baja fertilidad. La metodología utilizada fue un diseño de bloques al azar, con cinco tratamientos y cinco repeticiones. Los tratamientos fueron Cumanda (*Vigna unguiculata*), Frejol de puerco (*Canavalia ensiformis*), Kudzu (*Pueraria phaseoloides*), Mucuna ceniza (*Stizolobium niveum*) y Testigo (sin cultivo). Los resultados muestran con base al análisis fisicoquímico del suelo, la Cumanda (*V. unguiculata*) incrementó el contenido de nutrientes tales como el Na, K, N, P y mejoró el pH. Con respecto al efecto que tuvo los abonos verdes en el rendimiento de maíz, demostró de la misma manera que la Cumanda mejoró el rendimiento del maíz con 1339.66 kg/ha, en condiciones de suelos degradados. Esto demuestra que la incorporación de abonos verdes en terrenos agrícolas abandonados, es una alternativa adecuada en los sistemas de producción agroecológica de los agricultores.

Palabras clave: análisis fisicoquímico, maíz, suelo, Tucumano-Boliviano.

Abstract

The use of compost or “green manure”, in the soil is well known agricultural practice for improving the fertility of soils owing to its multiple physical, chemical and biological benefits. The objective of the investigation was to evaluate the effect of padded compost with the application of different species of legumes to improve the physico-chemical properties of soils, as an effect on the yield of maize crop. The investigation was carried out in two agricultural periods in an experimental plot in the community of Las Casas of the Padilla Municipality, where the study area was characterized by low soil fertility. The sampling methodology used a random block design with five treatments and five repetitions. The treatments were, “Cumanda” (*Vigna unguiculata*), “Frejol de puerco” (*Canavalia ensiformis*), “Kudzu” (*Pueraria phaseoloides*), “Mucuna ceniza” (*Stizolobium niveum*), and a Control (no crop). The results show that based on the physico-chemical analysis of the soil, the application of “Cumanda” increased the content of nutrients such as Na, K, N, P and improved the pH. With respect to the effect which the compost had on the yield of maize, it was demonstrated that similarly “Cumanda” compost improved maize yield with 1339.66kg/ha, in conditions of degraded soils. This demonstrates that the incorporation of compost in abandoned agricultural land is an adequate alternative in the agroecological production systems of farmers.

Key words: Physico-chemical analysis, maize, soil, Tucumano-Boliviano.

Introducción

Una preocupación social, se ha centrado en la forma dramática que la agricultura convencional ha incrementado la erosión del suelo en todo el mundo (Montgomery 2007). Se ha estimado que a nivel mundial, casi el 40% de la tierra cultivada se degrada y tiene un impacto significativo en la productividad (Oldeman et al. 1991, Scherr 1997, Eilittä et al. 2004). Una de las principales razones de este hecho es la utilización continua de métodos inadecuados de manejo de suelos, incluyendo la quema de residuos vegetales, el laboreo excesivo y el monocultivo (Florentín et al. 2010). Frente a este problema, el uso de abonos verdes surge como una alternativa de la agricultura orgánica, viable y económica para aportar nutrimentos, carbono orgánico y mejorar las propiedades de los suelos (García & Martínez 2007).

Los abonos verdes son cultivos principalmente de leguminosas, aunque también se usan otras plantas (Rayns & Rosenfeld 2007). Estos se producen con la finalidad de mejorar la fertilidad de los suelos mediante la fijación de nitrógeno, mejoramiento del contenido de materia orgánica en el suelo, la conservación de la humedad del suelo, y previniendo la erosión del suelo (Zentner et al. 2004, Hernández & Viteri 2006, García & Martínez 2007, Felix-Herran et al. 2008, Florentín et al. 2010, Ramírez & Acebey 2013). Plantas de leguminosas usadas convencionalmente fueron la cumanda (*Vigna unguiculata*), Frijol de puerco (*Canavalia ensiformis*), Kudzú (*Pueraria phaseoloides*), Mucuna ceniza (*Stylobium niveum*) y otros. Los cuales han sido probados como abono verde para mejorar la productividad en diferentes cultivos (García & Martínez 2007, Singh et al. 2010, Florentín et al. 2010, Sánchez et al. 2011).

Bolivia de la misma manera presenta procesos de erosión en suelos agrícolas, para 1990 aproximadamente el 4% (53725 km²) se registraron como suelos degradados (Oldeman et al. 1990). En el caso del departamento de Chuquisaca, evaluaciones realizadas en 1996 por el Ministerio de Planificación del Desarrollo determinaron que aproximadamente el 60% del territorio presenta indicios de desertificación de alta a muy alta (Ministerio de Planificación del Desarrollo 2013). Esto se debe a que la mayoría de los agricultores de nuestro medio, practican una agricultura de carácter extractivo, donde se da poca importancia a la conservación y el mejoramiento de la fertilidad del suelo (Alexis 1997).

En las zonas agrícolas del Bosque Boliviano-Tucumano de Chuquisaca, uno de los problemas más frecuentes son la baja fertilidad de los suelos, la erosión del suelo y la baja rentabilidad de sus productos (SERNAP 2011), este trabajo de investigación contribuye con información técnica para mejorar la fertilidad de suelos con la incorporación de diferentes leguminosas como abonos verdes, y se demuestra el efecto que tiene en el incremento del rendimiento de maíz de los agricultores de la región, con enfoque de sostenibilidad.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente trabajo se realizó en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Serranía del Iñao (Fig. 1), comunidad Las Casas del municipio de Padilla (Chuquisaca, Tomina), situada a 223 km de la ciudad de Sucre en las coordenadas geográficas 64° 7'11" de longitud oeste y 19°17'55" de latitud sur y a una altitud de 1600 m (SERNAP 2011). Esta comunidad se dedica a cultivar diferentes tipos de productos, los más frecuentes son el ají, maní y maíz, donde el maíz presenta una alta diversidad agrícola (Churqui et al. 2014), que es fuente de alimento local y para el ganado porcino.

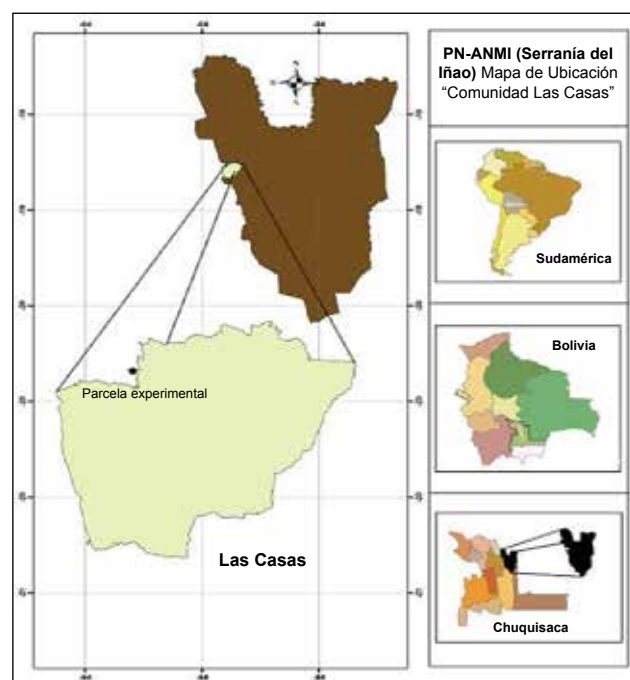


Figura 1. Ubicación de la parcela experimental en la comunidad Las Casas, en el área protegida PN-ANMI Serranía del Iñao.

Diseño experimental

Se utilizó el diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (BCA), con cinco tratamientos (4 especies de leguminosas y un testigo), cada tratamiento (T) tuvo cinco repeticiones, con un total de 25 unidades experimentales. Cada uno de los tratamientos corresponde a cuatro especies de leguminosas: *V. unguiculata* (cumanda, T1), *C. ensiformis* (Frejol de puerco, T2), *P. phaseoloides* (Kudzu, T3), *S. niveum* (Mucuna ceniza, T4) y Testigo (sin leguminosas, T5). El inicio de la siembra de las leguminosas en el primer periodo del experimento (año 1 = tiempo 1) se llevó a cabo de acuerdo a los tratamientos establecidos. La asignación de cada una de las unidades experimentales, fue a través del método de los números aleatorios para su correcta distribución. La siembra de maíz se realizó en la segunda quincena de diciembre (año 2=tiempo 2) sobre cobertura de los abonos del periodo anterior del experimento previamente incorporada con rastra. Se utilizó maíz de la variedad Ivo, que fue sembrado a razón de 20 kg/ ha.

Variables de estudio

Las variables de estudio fueron propiedades y parámetros fisicoquímicos del suelo además de datos agronómicos del cultivo de maíz. En la Tabla 1, se muestran las propiedades del suelo que fueron medidas (textura, arcilla, limo, arena y densidad aparente), los análisis fisicoquímicos fueron concentración de iones hidrógeno (H^+) o pH, conductividad eléctrica (C.E.), cationes de calcio (Ca), magnesio (Mg), potasio (K), total de bases intercambiables (T.B.I.), capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.), el porcentaje de materia orgánica (MO), nitrógeno (N), y fósforo disponible (ppm). Por otra parte, se realizó el análisis químico de las leguminosas determinando su concentración de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K). Para la interpretación de estos resultados se utilizó la clasificación de la Moreno (1978), USDA (1999), Molina & Meléndez (2002), Fernández et al. (2006), Horneck et al. (2011) y AGROLAB (2011). Del cultivo del maíz, se tomaron los datos agronómicos de número de hojas, longitud y diámetro de la mazorca, porcentaje de granos sanos y enfermos y el rendimiento del cultivo.

Resultados y discusión

Propiedades físicas y fisicoquímicas de los suelos

Comparando la Tabla 1 que muestra los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico antes de la incorporación de los abonos verdes (Testigo_{Tiempo1}) con los datos obtenidos después de la

incorporación de los abonos verdes (Testigo_{Tiempo2}, *V. unguiculata*, *C. ensiformis*, *P. phaseoloides* y *S. niveum*), la interpretación de los resultados de los análisis fisicoquímicos en la calidad de los suelos (Tablas 2 y 3) puede haberse dado por la influencia de la actividad agrícola anterior sobre textura, densidad aparente, estructura del suelo y materia orgánica.

Con base a la proporción de las distintas fracciones de arcilla, limo y arena, se determinó que el suelo es de tipo franco arenoso, y con poco contenido de materia orgánica. Esta característica física hace que sea un terreno de tipo ligero, que según Báscones (2005) estos suelos tienen poca capacidad de retención de agua, elevada permeabilidad, buen drenaje, buena aireación, el tiempo de tempero es mayor, y no son los más adecuados para el desarrollo de los cultivos. Aunque para otros tipos de cultivos de leguminosas, este tipo de suelos ligeros son los más indicados (Santiago 2005).

Asimismo, después de la incorporación de los abonos verdes, las características físicas de suelo no cambiaron, puede ser debido a la textura, uno de los más estables atributos del suelo que puede sólo ser modificada ligeramente por cultivos y otras prácticas que causan la mezcla de las diferentes capas del suelo, como hace referencia la USDA (1999). Pero de alguna manera, los abonos verdes que provienen de la *V. unguiculata* (T1), *P. phaseoloides* (T3) y *S. niveum* (T4), conservaron la densidad aparente de los suelos, ya que los valores para suelos francos arenosos estuvieron por debajo (< 1.60), que es un buen indicador de la baja compactación, que evitan las restricciones para el crecimiento de las raíces de la mayoría de los cultivos. El C.I.C. un parámetro que tiene mucha relación con la textura, que además de ser de la clase franco arenoso, son suelos pobres poco aptos para la vida de las plantas, lo cual está relacionado con el bajo contenido de materia orgánica antes y después de la aplicación de los tratamientos, como se observa en los valores en la Tabla 2.

Los valores obtenidos de la concentración de iones hidrógeno (pH), al inicio se registraron valores medios (5.9), clasificándolos como suelos ácidos. Después de agregar los abonos verdes el pH se mantuvo dentro los rangos de suelos ácidos (pH: 5.5-6.5) según la categorización de Báscones (2005), pero en la interpretación de análisis de suelos de Molina & Meléndez (2002), el abono *S. unguiculata* (T1) fue el que incremento el pH del suelo (6.2), por lo que está dentro del rango entre 6 y 7, que es el pH óptimo para la mayoría de los cultivos (USDA 1999, Molina 2007).

Tabla 1. Variables de estudio para la interpretación de la fertilidad en función a las propiedades y parámetros fisicoquímicos del suelo.

Variables del análisis suelo		Interpretación					
Propiedades físicas	Variables	Clases				Fuente	
	Textura	Ligero	Medio		Fuerte		
	% arcilla	Arenosa Arenosa-franco	Franco-arenosa		Franco-arcillosa		USDA (1999)
	% limo		Franco-arcillo-arenosa		Franco-arcillo-limosa		
	% arena		Franco-limosa		Arcillo-limosa		
		Franco		Arcillosa			
	Limosa		Arcillo-arenosa				
Densidad aparente g/cm ³ (arena, areno-franco)	Densidades aparentes Ideales < 1.60	Densidades aparentes que pueden afectar el crecimiento radicular 1.69		Densidades aparentes que restringen el crecimiento radicular >1.80		USDA (1999)	
C.I.C. meq/100g	Muy bajo <5	Bajo 5-15	Media 15-25	Alta 25- 40	Muy alta > 40	Fernández et al. (2006)	
Propiedades fisicoquímicas	Ph	Bajo < 5	Medio 5-6	Optimo 6-7	Alto 7	Molina y Meléndez (2002)	
	C.E. conductividad ad eléctrica ds/m	No salino 0-0.98	Muy ligeramente salino 0.98 – 1.71	Ligeramente salino 1.71 – 3.16	Moderadamente salino 3.16 – 6.07	Fuertemente salino > 6.07	USDA (1999)
	Calcio meq/100g	Bajo <5 meq/100 g suelo	Medio 5 - 10 meq/100 g suelo		Alto > 10 meq/100 g suelo		Agrolab (2011)
	Magnesio meq/100g	Bajo <0.5 meq/100 g suelo	Medio 0.5 - 1.5 meq/100 g suelo		Alto > 1.5 meq/100 g suelo		Agrolab, (2011)
	Sodio meq/100g	Bajo <1.637	Medio 1.637-4.092		Alto >4.092		Horneck et al. (2011)
	Potasio meq/100g	Bajo <0.4 meq/100 g suelo	Medio 0.4-0.6 meq/100 g suelo	Alto 0.6-2.0 meq/100 g suelo		Muy alto >2.0 meq/100 g suelo	Agrolab (2011)

¹Extremadamente, ²Medianamente pobres

La C.E. tiene mucha relación con el contenido de Na, ya que en ambos análisis se tuvo valores bajos, que según la USDA (1999) permiten el crecimiento de los cultivos en general. Aunque el contenido de K se incrementó con la incorporación de los abonos verdes, que destaca su importancia como fertilizante mineral para el crecimiento de las plantas (Horneck et al. 2011). Otros minerales mantuvieron su contenido en los diferentes tratamientos como el Mg y para el Ca si se observó un incremento, debido a que los abonos

verdes incrementan su contenido como los muestran similares resultados Salazar et al. (2004).

En cuanto a la concentración de P y N, solo la Cumanda (*V. unguiculata*) fue la que aportó mayor incremento de estos macronutrientes. Debido posiblemente a que este abono verde desarrolla mayor biomasa, como los resultados obtenidos por Silva et al. (2004), ya que evidenciaron un incremento en los contenidos de N, P y K en el suelo.

Tabla 2. Resultados del análisis fisicoquímico de suelo (analizado por el laboratorio de suelos y aguas de la UMSS). El testigo (T5=Tiempo 1 y 2) y los abonos verdes: T1= *V. unguiculata* (Cumanda), T2= *C. ensiformis* (Frejol de puerco) T3= *P. phaseoloides* (Kudzu), T4= *S. niveum* (Mucuna Ceniza).

	Testigo (T5) (Tiempo 1)	Testigo (T5) (Tiempo 2)	<i>V. unguiculata</i> (T1)	<i>C. ensiformis</i> (T2)	<i>P. phaseoloides</i> (T3)	<i>S. niveum</i> (T4)
Arcilla (%)	11	5	4	5	5	5
Limo (%)	14	14	14	14	12	13
Arena (%)	75	81	82	81	83	82
Densidad aparente (g/cm ³)	1.52	1.61	1.47	1.61	1.43	1.52
C.I.C. (meq/100g)	5.4	5	4.2	3	3.4	2.8
pH	5.9	5.4	6.2	5.8	5.6	5.4
C.E. (dS/m)	0.048	0.058	0.13	0.083	0.096	0.108
Ca (meq/100g)	4.00	3.5	2.5	3.5	5	3
Mg (meq/100g)	1.00	1	1.5	1	1	1,5
Na (meq/100g)	0.44	1.19	1.19	1.03	1.47	1.11
K (meq/100g)	0.51	0.84	1.31	0.87	0.8	0.95
Materia orgánica (%)	0.81	1.2	1.03	0.2	0.36	0.1
N total (%)	0.049	0.11	0.105	0.035	0.05	0.04
P (ppm)	7.1	17	28	19	13.6	13.6

Tabla 3. Interpretación del análisis fisicoquímico de suelo. El testigo (T5=Tiempo 1 y 2) y los abonos verdes: T1= *V. unguiculata* (Cumanda), T2= *C. ensiformis* (Frejol de puerco) T3= *P. phaseoloides* (Kudzu), T4= *S. niveum* (Mucuna Ceniza).

	Testigo (T5) (Tiempo 1)	Testigo (T5) (Tiempo 2)	<i>V. unguiculata</i> (T1)	<i>C. ensiformis</i> (T2)	<i>P. phaseoloides</i> (T3)	<i>S. niveum</i> (T4)
Textura	Arenoso franco	Arenoso franco	Arenoso franco	Arenoso franco	Arenoso franco	Arenoso franco
Densidad aparente (g/cm ³)	Ideal	Puede afectar	Ideal	Puede afectar	Ideal	Ideal
C.I.C. (meq/100g)	Bajo	Bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo	Muy bajo
pH	Medio	Medio	Optimo	Medio	Medio	Medio
C.E. (mmhos/cm)	No salino	No salino	No salino	No salino	No salino	No salino
Ca (meq/100g)	Bajo	Bajo	Medio	Medio	Medio	Medio
Mg (meq/100g)	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio	Medio
Na (meq/100g)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
K (meq/100g)	Medio	Alto	Alto	Alto	Alto	Alto
Materia orgánica (%)	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
N total (%)	Pobre	Medio	Medio	Pobre	Pobre	Pobre
P (ppm)	Bajo	Medio	Alto	Medio	Medio	Medio

Efecto de los abonos verdes sobre el rendimiento del cultivo de maíz

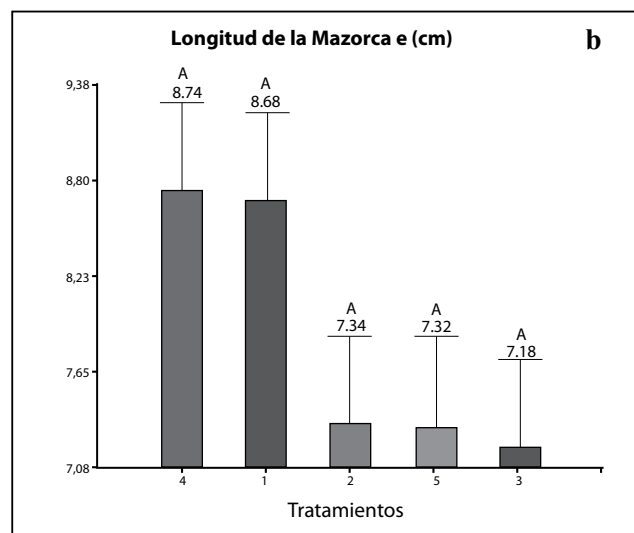
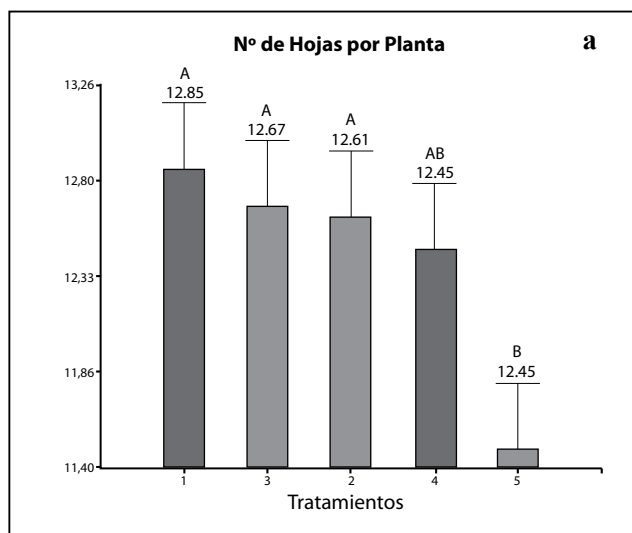
De acuerdo al análisis de varianza, para la variable Número de hojas/planta, en la última fase fenológica del cultivo de maíz, se tiene un 45% de relación entre tratamientos, y no existen diferencias significativas) entre los tratamientos ($p = 0.0648$). Mediante la prueba de medias de Duncan ($\alpha = 0.05\%$), se muestran diferencias significativas entre tratamientos, donde la Cumanda (T1) tiene el mayor Número de hojas/planta (12.85), siendo similares estadísticamente a los tratamientos de Kudzu (T3) con 12.67 hojas/planta, Frejol de puerco (T2), con 12.61 hojas/planta, los demás tratamientos presentaron menor Número de hojas/planta como la Mucuna ceniza (T4) con 12.45 hojas/planta, y el testigo (T5) con 11.48 hojas/planta, estos últimos son los tratamientos que presentaron el menor valor en comparación a los demás tratamientos (Fig. 2a).

Según el análisis de varianza, para la variable longitud de mazorca, se tiene un 63% de relación entre tratamientos y no existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.1180$). Mediante la prueba de medias de Duncan, no se muestran diferencias entre tratamientos, siendo similares la longitud de las mazorcas 8.74 cm (Mucuna ceniza, T4), 8.68 cm (Cumanda, T1), 7.34 cm (Frejol de puerco, T2), 7.32 cm (testigo, T5), y 7.18 cm (Kudzu, T3) (Fig. 2b).

Con base en el análisis de varianza, para la variable diámetro de mazorca, se tiene un 68% de

relación entre tratamientos y encontró que existen diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0248$), y por medio la prueba de medias de Duncan, se probó que la Cumanda (T1) tiene las mazorcas más largas con 3.64 cm, comparando Kudzu (T3) con 3.00 cm, el testigo (T5) con 3.27 cm y el Frejol de puerco (T2) con 3.28 cm (Fig. 2c).

El rendimiento del cultivo de maíz obtenido en el segundo periodo del experimento (tiempo 2= año 2) mostro mediante el análisis de varianza, que se tiene un 70% de relación entre tratamientos y no existen diferencias significativas entre los tratamientos. Pero mediante la prueba de medias de Duncan, se muestran diferencias entre tratamientos, donde la Cumanda (T1) tiene el mayor rendimiento (1339.66 kg/ha), con respecto a los otros tratamientos. Comparando con el rendimiento en sistemas cultivos tradicionales de maíz (2070 kg/ha) según los datos del Observatorio Agroambiental y Productivo (2013), los resultados obtenidos son bajos. Pero se tiene que considerar que la incorporación de abonos verdes, se lo realizo en un predio con suelos muy degradados y que el abono verde de la Cumanda, fue el que mejor característica de desarrollo mostro, tanto en número de hojas, diámetro de mazorca y rendimiento, que comparando por lo indicado por Birbaumer (2008) que relata que en suelos con fertilidad media el maíz puede producir más de 5000 kg/ ha de granos, y en suelos deteriorados puede llegar a menos de 1500 kg/ ha, que es superior al resultado obtenido con éste estudio.



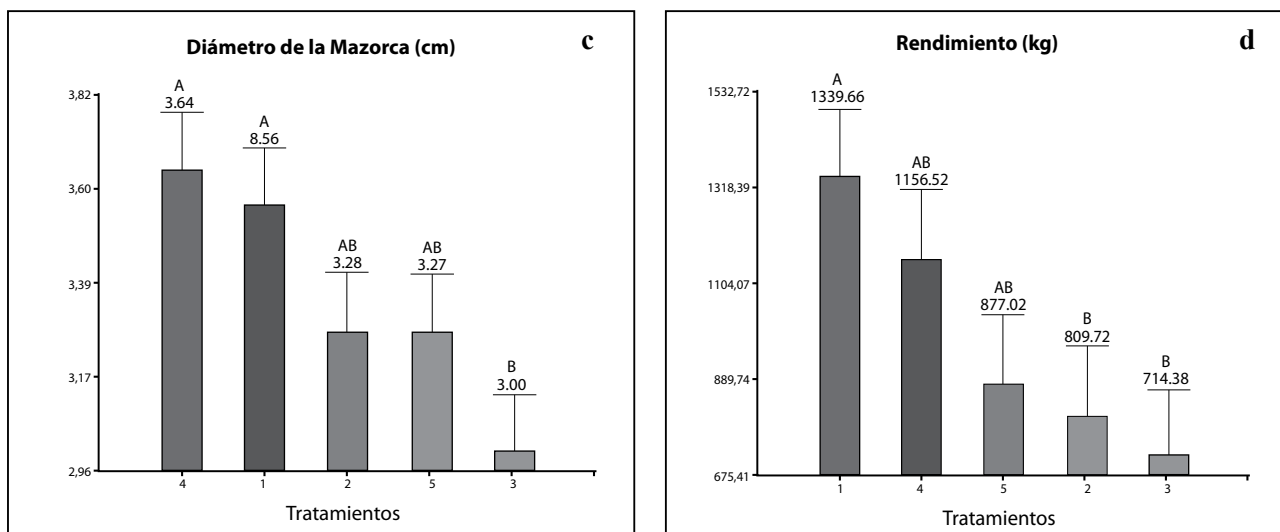


Figura 2. Efecto de los abonos verdes sobre cuatro atributos del cultivo de maíz: a) N° de hojas/planta, b) longitud de la mazorca, c) diámetro de la mazorca, d) rendimiento. Los tratamientos fueron: T1= *V. unguiculata* (Cumanda), T2= *C. ensiformis* (Frejol de puerco) T3= *P. phaseoloides* (Kudzu), T4= *S. niveum* (Mucuna Ceniza) y T5= Testigo.

Conclusiones

La incorporación de abonos verdes en suelos degradados que fueron las condiciones en las que se desarrolló el experimento, es una alternativa adecuada en los sistemas de producción agroecológica. De los cuatro tipos de abonos verdes utilizados, la Cumanda (*V. unguiculata*) fue el que mejoró relativamente la calidad del suelo y los resultados a partir del efecto que tuvo sobre los atributos agronómicos sobre el maíz, demostraron que el beneficio en el desarrollo de la planta (número de hojas y longitud) y el rendimiento fue superior a los demás tratamientos. Esto demuestra que los abonos verdes permiten mejorar de la fertilidad de suelos y el rendimiento en el maíz, es una alternativa que el agricultor podrá adoptar para restaurar y conservar los suelos de sus sistemas agrícolas con un enfoque de sostenibilidad.

Agradecimientos

Se hace una mención especial al proyecto BEISA 3, de la Facultad de Ciencias Agrarias - USFXCH, financiado por la Agencia de Cooperación Danesa-DANIDA, ya que mediante su apoyo fue posible la realización de este trabajo de investigación. Un agradecimiento especial al Dr. Per Kudsk por las

sugerencias y orientación durante el desarrollo de esta investigación.

Referencias

- Alexis, M.B. 1997. Evaluación de seis tratamientos de abonos verdes en la localidad de Tarabuco. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. Facultad de Ciencias Agrarias - U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre - Bolivia.
- AGROLAB. 2005. Guía de referencia para la interpretación análisis de suelos AGROLAB. Pachuca Hidalgo, México. 15 p.
- Báscones, E. 2005. Análisis de suelo y consejos de abonado. Excma. Diputación Provincial de Valladolid, España. (Visitado 13/02/2014). Disponible en: <http://legado.inea.org/>.
- Birbaumer, G. 2008. Sistemas sostenibles de producción: para los principales cultivos agrícolas, hortícolas, forestales y agroforestales de la Región Centro del Paraguay. Asunción, PY: MAG/GTZ. 354.
- Eilittä M., J. Mureithi & R. Derpsch. 2004. Green Manure/Cover Crop Systems of Smallholder Farmers: "Experiences from Tropical and Subtropical Regions. Springer Science +

- Business Media, Inc. Kluwer Academic Publishers". United States of America. 396 p.
- Fernández, L.C., N.G. Rojas, T.G. Roldán, M.E. Ramírez, H.G. Zegarra, R. Uribe, R.J. Reyes, D. Flores & J.M. Arce. 2006. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Instituto Mexicano del Petróleo, México, D. F. 184.
- Florentín, M.A., M. Peñalva, A. Calegari, & R. Derpsch. 2011. Green manure/cover crops and crop rotation in conservation agriculture on small farms. Integrated Crop Management. Vol.12. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome. Italia. 1-108.
- Felix-Herran, J.A., R.R. Sañudo-Torres, G.E. Rojo-Martínez, R. Martínez-Ruiz & V. Olalde-Portugal. 2008. Importancia de los abonos orgánicos. *Ra Ximhai*, 4(1):57-67.
- García, J.S. & M.R. Martínez. 2007. Abonos verdes". Ficha 4. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural Pesca y Alimentación. México. 1-8.
- Hernández, D.M. & S.E. Viteri. 2006. Selección de abonos verdes para el manejo y rehabilitación de los suelos sulfatados ácidos de Boyacá (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 24(1): 131-137.
- Horneck, D.A., D.M. Sullivan, J.S. Owen & J.M. Hart. 2011. Soil Test Interpretation Guide. Oregon State University, 1-12.
- Ministerio, de Planificación del Desarrollo. Mapa de desertificación de suelos en Bolivia. 1996. Visitado 13/02/2014). Disponible en: <http://geo.gob.bo/>.
- Molina, E. 2007. Análisis de suelos y su interpretación. Amino Grow Internacional. (Visitado 13/02/2014). Disponible en: www.aminogrowinternacional.com.
- Molina, E. & G. Meléndez. 2002. Tabla de interpretación de análisis de suelos. Centro de Investigaciones Agronómicas, Universidad de Costa Rica. Mimeo. Costa Rica.
- Montgomery, DR. 2007. Is agriculture eroding civilization's foundation?: *GSA Today*, 17 (10): 4-10.
- Moreno, D. R. 1978. Clasificación de pH del suelo, contenido de sales y nutrientes asimilables. INIA-SARH. México D.F.
- Observatorio, Agroambiental y Productivo. 2013. Costos de producción por hectárea (bs.) cultivo maíz choclo", Viceministerio de Desarrollo Rural y Agropecuario. Bolivia. 2.
- Oldeman, R., R. Hakkeling, & W. Sombroek. 1991. World map of the status of human induced soil degradation: An explanatory note. International Soil Reference and Information Centre (ISRIC), Wageningen, the Netherlands, and United Nations Environment Program (UNEP), Nairobi, Kenya.
- Ramírez, J.C. & R. Acebey. 2013. Uso de abonos verdes en el cultivo de maíz. Ficha de información. Proyecto BEISA3. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre. Bolivia.
- Rayns, F. & A. Rosenfeld. 2007. Green manures: An investigation into the adoption of green manures in both organic and conventional rotations to aid nitrogen management and maintain soil structure". HDRA as part of HDC Project FV 299. U.K. 1-37.
- Salazar, M.A., M. Prager & J.E. Ararat. 2004. Evaluación de abonos verdes en el cultivo de yuca *Manihot sculenta* Krantz en un inceptisol de la zona de ladera del departamento del Cauca, Colombia. *Rev.Fac.Nal.Agr. Medellín*, 57(2): 2413-2422.
- Sánchez, C., R. Rivera, D. Caballero, R. Cupull, C. Gonzalez & S. Urquiaga. 2011. Abonos verdes e inoculación micorrízica de posturas de cafeto sobre suelos ferralíticos rojos lixiviados. *Cultivos Tropicales*, 32 (3):11-17.
- Santiago, M. 2005. La Alubia: Manual para su cultivo en agricultura ecológica. Monográficos Ekonekazaritza N°4. Ed. Bio Lur Navarra. España. 3.
- Scherr, S.1997. Soil degradation: Athreat to developing country food security by 2020? Food, Agriculture and the Environment Discussion Paper no. 27. International Food Policy Research Institute (IFPRI), WA, USA. 63.
- SERNAP 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Iñaño 2012 – 2021. Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Monteagudo. Chuquisaca. Bolivia. 265.

- Silva, A.L., J. Pohlen & D. Salazar. 2004. Efectos Agrobiológicos de coberturas verdes en el cultivo de la Pitahaya (*Hylocereus undatus* Britton & Rose) en Nicaragua. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 105(2): 175–187.
- Singh, M., A. Singh, S. Singh, R.S. Tripathi, A.K. Singh, & D.D. Patra. 2010. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.) as a green manure to improve the productivity of a menthol mint (*Mentha arvensis* L.) intercropping system. *Industrial Crops and Products*, 31: 289–293.
- USDA. 1999. Guía para la evaluación de la calidad y salud del suelo. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de Norteamérica (USDA). 1-88.
- Zentner, R.P., C.A. Campbell, V.O. Biederbeck, F. Selles, R. Lemke, P.G. Jefferson, & Y. Gan. 2004. Long-term assessment of management of an annual legume green manure crop for fallow replacement in the Brown soil zone. *Can. J. Plant Sci.* 84: 11–22.

Insecticidas botánicos una alternativa para el control de la mosca del ají (*Neosilba pendula*) en Zapallar Municipio Monteagudo, Chuquisaca

Botanical Insecticides an alternative for the control of the chili peppers fly (*Neosilba pendula*) in the Zapallar Municipality, Monteagudo, Chuquisaca.

Odalis Esther Cardozo ¹ & Manuel Jiménez Huamán^{2*}

¹ Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre-Bolivia.

² Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132. Sucre-Bolivia.

*mjimenezhuaman@yahoo.com

Resumen

La mosca del ají (*N. pendula*) es considerada una plaga con serios efectos para los productores de ají del Chaco de Chuquisaca, Bolivia. La forma convencional de su control es mediante el uso indiscriminado de insecticidas químicos. El objetivo de la investigación fue evaluar la eficiencia de cuatro insecticidas de origen botánico obtenidos de *Melia azedarach* (Meliaceae), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Datura stramonium* (Solanaceae) y *Myrsine laetevirens* (Myrsinaceae), para el control de la mosca del ají (*N. pendula*) en los ecotipos de ají punta de lanza ladrillo y colorado dulce. Se obtuvo menor incidencia de mosca del ají y mayor respuesta a la eficiencia a los insecticidas botánicos en el ecotipo punta de lanza ladrillo. El insecticida botánico obtenido de *M. azedarach*, se destacó por tener menor incidencia y mayor eficiencia ($p \leq 0.05$) comparando con el testigo. Al realizar comparaciones múltiples, cada ecotipo versus los insecticidas botánicos, se evidenció que el ecotipo ají colorado dulce muestra mejor las diferencias entre los tratamientos, encontrándose baja incidencia de *N. pendula* utilizando los insecticidas preparados con *M. azedarach* y *M. laetevirens*. Se destaca el uso de *M. laetevirens*, debido a que es una planta con poblaciones abundantes en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Se discute el uso de insecticidas botánicos como alternativa para el control de la mosca del ají, en programas de manejo integrado de plagas, como alternativa agroecológica para el manejo de esta plaga en la región.

Palabras clave: cultivo de ají, ecotipo, incidencia, Serranía Iñaño.

Abstract

The pepper fly (*N. pendula*) is considered a pest with serious effects for the farmers of pepper in the Chaco of Chuquisaca, Bolivia. The conventional form of control is through the indiscriminate use of chemical insecticides. The objective of the investigation was to evaluate the efficiency of four insecticides of a botanical origin obtained from *Melia azedarach* (Meliaceae), *Ricinus communis* (Euphorbiaceae), *Datura stramonium* (Solanaceae) and *Myrsine laetevirens* (Myrsinaceae), for the control of the chili pepper fly (*N. pendula*) in the ecotypes of chili peppers, “punta de lanza ladrillo” and “Colorado dulce”. A lower incidence of the presence of the chili pepper fly and good response to the botanical insecticides was observed in the ecotype, “punta de lanza ladrillo”. The botanical insecticide obtained from *M. azedarach*, was notable for having low incidence and high efficiency ($p \leq 0.05$) compared with the control. In realizing multiple comparisons, each ecotype versus the botanical insecticides, it was evidenced that the ecotype, “dulce Colorado” shows best the differences between treatments, where there was low incidence of finding *N. pendula*. Using the insecticides prepared with *M. azedarach* and *M. laetevirens*. The use of *M. laetevirens* is highlighted, owing to it being a plant with abundant populations in the Serranía del Inaño National Park and Area of integrated management, as an agroecological alternative for the management of this pest in the region.

Key words: chili peppers crops, ecotype, incidence, Serranía Iñaño.

Introducción

El uso de insecticidas sintéticos es el método más común para controlar plagas en cultivos hortícolas, como *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (Berny-Mier & Terán et al. 2013). Sin embargo, existen efectos secundarios de estos insecticidas que afectan a los enemigos naturales de varias especies plaga (El-Wakeil et al. 2013), además dichas plagas llegan adquirir con el tiempo resistencia a los insecticidas mediante diferentes mecanismos genético-metabólicos (Field et al. 2001, Onstad 2014). Por otra parte, los insecticidas sintéticos representan una amenaza para el medio ambiente y para la salud humana (Ntalli & Menkissoglu-Spiroudi 2011).

Los insecticidas botánicos (bio-insecticidas) se han promocionado como una alternativa atractiva ante los plaguicidas químicos sintéticos para el control de plagas (Iannacone & Lamas 2002, Ntalli & Menkissoglu-Spiroudi 2011) porque son más amigables con el medio ambiente, son accesibles económicamente para los agricultores en países en desarrollo y además existe experiencia cultural, de utilizar extractos de especies de plantas locales en el control de plagas (Isman 2008). La aplicación de insecticidas botánicos se remonta a nuestros antepasados (400 años A.C.), como algunas plantas usadas por su poder insecticida, como ejemplo se menciona a *Physostigma venenosum* (Leguminosae) y *Chrysanthemum cinerariaefolium* (Asteraceae) precursoras de los plaguicidas organofosforados, carbamatos y piretroides respectivamente; otra planta muy conocida con buenas propiedades es *Nicotiana tabacum* (Solanaceae), con propiedades insecticidas conocidas desde 1690 y fue usada contra insectos chupadores en jardines (Matsumura 1975, Silva-Aguayo 2007).

En Bolivia el cultivo del ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), representa un cultivo de alta importancia, especialmente para el departamento de Chuquisaca. Del volumen de producción de más 4100 t/año (INE 2009), Chuquisaca es el primer productor de ají deshidratado, con un aporte del 92% de la producción nacional. La mayor concentración del este cultivo está principalmente en siete provincias: Tomina, Juana Azurduy, Nor Cinti, Sud Cinti, Hernando Siles, Luis Calvo y Belisario Boeto del departamento Chuquisaca (FTDA Valles 2007, Bejarano 2013). En estas provincias se ha encontrado

una alta diversidad genética de *C. baccatum* var. *pendulum*, registrándose 45 ecotipos de ají que son conservados en campos de agricultores (PROINPA 2007).

Actualmente en Chuquisaca existen problemas en la producción de ají debido a la presencia de plagas y enfermedades, entre ellos están especialmente la mosca del ají, que pertenece al género *Neosilba* McAlpine, 1962 (Diptera: Lonchaeidae), tiene importancia económica debido a los daños que causan atacando el fruto de plantas cultivadas y silvestres (Strikis & Lerena 2009, Uchôa 2012). Hasta el presente se han descrito 40 especies (Galeano-Olaya, Canal 2012), y la especie *Neosilba pendula* (Bezzi 1919) denominada como la mosca azul en Chile (Klein & Waterhouse 2000) o mosca del ají en Bolivia (Gonzales 1994, Bejarano, 2013), es la especie que provoca el aborto de los frutos, debido a que genera necrosis en el fruto, llegando a afectar parte de las semillas (CATIE 1993). De manera que *N. pendula* y los insectos vectores de la churquera están ocasionando pérdidas que pueden llegar hasta un 40% en la producción (Bejarano 2013). En la actualidad esta problemática ha incrementado y no se ha logrado controlar completamente a pesar de los esfuerzos realizados por los productores y técnicos de campo (León 2008).

Con el fin de contribuir con nuevas alternativas para el control de la mosca de ají (*N. pendula*) en Chuquisaca, el objetivo de esta investigación fue probar la eficiencia de cuatro insecticidas de origen botánico: *Melia azedarach* L. (Meliaceae) árbol nativo de Australia meridional, que ha demostrado ser bastante eficaz como insecticida (Huerta et al. 2008, Chiffelle et al. 2011), *Ricinus communis* L. (Euphorbiaceae), esta especie contiene terpenoides con propiedades insecticidas ya probada (Collavino et al. 2006, Arboleda et al. 2010), *Datura stramonium* (Solanaceae), que de la misma manera tiene propiedades insecticidas, por la presencia de alcaloides y es una alternativa sustentable para el control de plagas (Sandoval-Reyes et al. 2013, El-Massad et al. 2012) y *Myrsine laetevirens* Mez (Myrsinaceae) es árbol nativo de América del Sur, que ha sido probado para el control de Damping Off en almacigueras (FTDA-Valles 2007).

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en una parcela experimental de la comunidad San Pedro del Zapallar que se encuentra a cuatro kilómetros del Municipio de Monteagudo, sobre el camino departamental Monteagudo-Santa Cruz. Zapallar pertenece a la zona de amortiguamiento del área protegida Parque

Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-AMNI) Serranía del Iñaño (Fig.1). Geográficamente está ubicada en las coordenadas 20°06'36" latitud sur y 63°26'41" latitud oeste, a una altitud de 1153 m. La precipitación total anual es 1010 mm, presentando máximas de 166 mm en el mes de enero y mínimas de 10 mm en el mes de julio, además la temperatura media máxima supera los 20°C (SERNAP 2011).

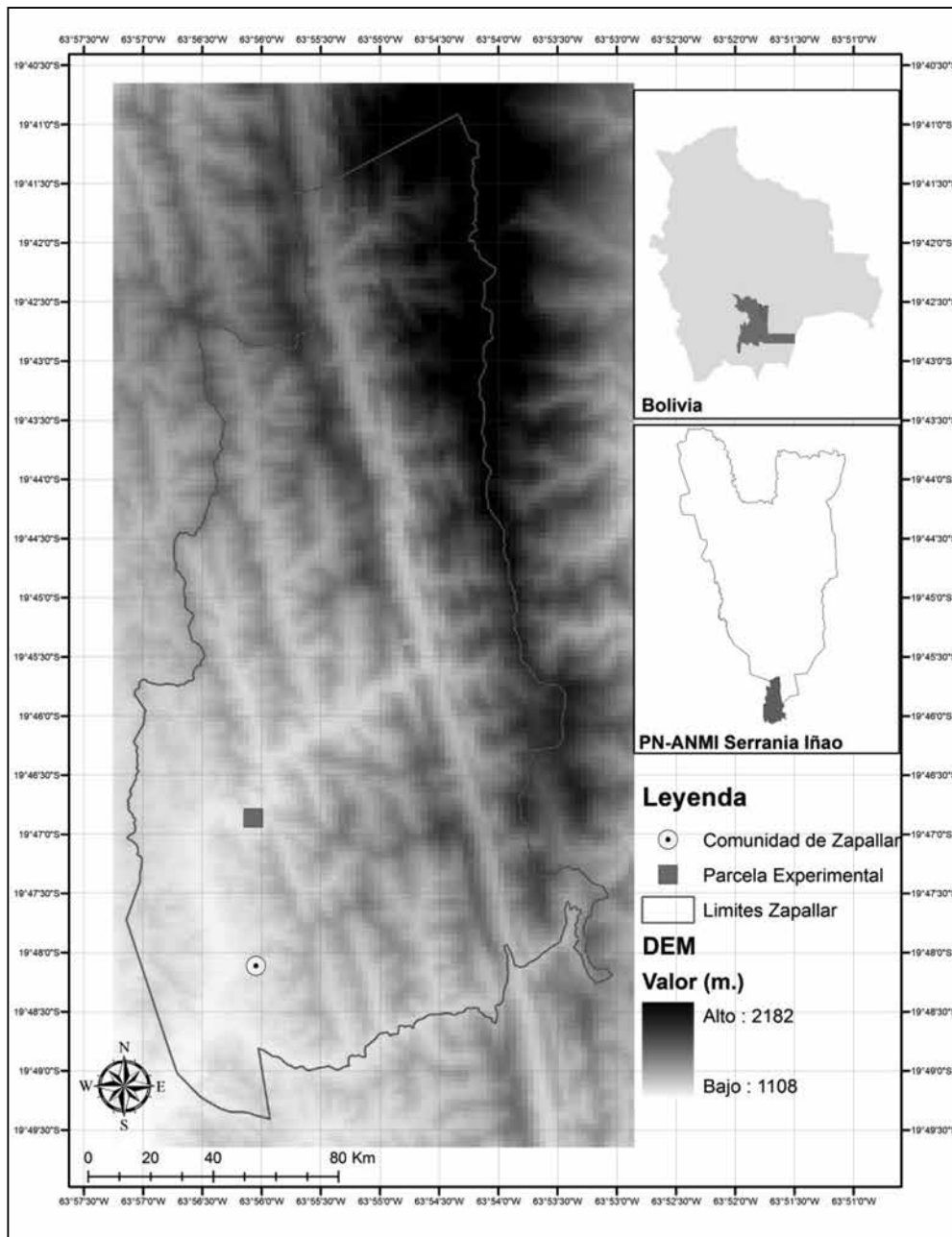


Figura 1. Ubicación de la parcela experimental en la comunidad San Pedro de Zapallar. Área protegida PN-AMNI Serranía del Iñaño.

Diseño experimental

El diseño experimental fue en bloques completos al azar en arreglo factorial 2x5 con cuatro repeticiones por cada tratamiento, haciendo un total de 40 unidades experimentales y la interacción de los dos factores en estudio: ecotipos de ají x tipo de insecticida botánico. Los ajíes evaluados son dos ecotipos de *C. baccatum* var. *pendulum* (Willd.): Punta de lanza ladrillo y Colorado dulce; y los insecticidas botánicos son T1 = testigo o sin aplicación de insecticida botánico, T2 = Ricino (*R. communis*), T3 = Paraíso (*M. azedarach*), T4 = Yuruma (*M. laetevirens*) y T5 = Chamico (*D. stramonium*). Se evaluaron dos variables, el porcentaje de incidencia con el método de Anculle (1999) y eficacia según Abbott (1925), durante cinco fechas de aplicación y para cada aplicación a las 1, 24 y 48 horas.

Disposición de la parcela experimental

Se realizó el establecimiento del almacigo utilizando arena, tierra común y materia orgánica en proporciones iguales. La desinfección fue con agua hervida hasta saturar el suelo. Esta actividad se realizó un día antes de almacigado. Posteriormente, se procedió a la preparación del terreno, que inició un mes antes para destruir el ciclo biológico de algunas plagas que podrían ser resistentes al invierno, con una pasada de Romplom y una con rastra. Asimismo, se procedió a realizar el surcado (mecanizado) con la separación entre surcos de 70 cm. Posteriormente se procedió a los 45 días del almacigado al trasplante manual, después de una lluvia copiosa, para que las plántulas tengan un buen porcentaje de prendimiento. La distancia entre plantas fue de 0.50 cm con el establecimiento de 11 plantas por surco en un área experimental total de 15.9 m².

Durante la etapa de establecimiento del cultivo, se realizaron labores culturales como el refallado a los siete días después del trasplante. Luego se procedió al control de malezas mediante carpida, la primera se realizó a los 15 días después de trasplante y la segunda 15 días después. La fertilización, se realizó a los 15 días después del trasplante que se complementó con fertilización orgánica (gallinaza) 4 Tn/ha. También se efectuó dos desmalezadas manuales en la fase final de desarrollo del cultivo, además del aporque que fue en todo el periodo de producción. La cosecha y secado del fruto, se realizó a los 160 días después de

trasplante de forma manual, cuando todos los frutos alcanzaron su madurez fisiológica y una humedad de 40% a 45% en ambos ecotipos. El deshidratado tuvo un lapso 14 días, hasta alcanzar una humedad del 15%.

Preparación de los extractos

La selección de las plantas como bioinsecticidas se realizó en función a las investigaciones de Jiménez et al. (2010) y Casasola (1995), que hacen referencia al uso de plantas para el control de insectos. Las partes utilizadas fueron hojas, ramas, frutos y semillas. Para mayor efectividad de los insecticidas botánicos se adiciono jabón común comercial (biodegradable) a los diferentes tratamientos.

Los insecticidas botánicos fueron obtenidos por el método de maceración, que consistió en dejar seis días en reposo, considerada una de las formas donde no se ocasiona la modificación del principio activo de la plantas. Las dosis utilizadas fueron en una relación de 5:5 (5 kg de materia verde: 5 litros agua). En todo este proceso se obtuvo 5 lt de soluto de extracto, adicionando 5 lt de agua, llegando a obtener una solución de 10 lt listo para aplicar. De esta solución se aplicó a cada unidad experimental 1.25 lt, para el caso del testigo sólo se aplicó agua.

Los insecticidas botánicos se aplicaron con un pulverizador de 20 lt, esta actividad se realizó en horas de la tarde con el fin de crear un ambiente óptimo y tener una acción más eficaz de los insecticidas botánicos ya que estos son de fácil degradación por la radiación solar. Las aplicaciones se realizaron al área foliar y frutos de la planta, hasta que estos queden cubiertos por el producto. La frecuencia de aplicación fue cada seis días durante los meses de marzo, abril, mayo y la primera quincena de mes de junio, que fueron los meses de mayor incidencia de mosca de ají.

Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza usando el programa estadístico InfoStat (Balzarini et al. 2008) y se compararon las medias con pruebas de Tukey ($p > 0.05$). Para cuantificar el porcentaje del daño se calculó el porcentaje de incidencia = $NFD/NFT \times 100$ (NFD: No. de frutos dañados y NFT: Número total de frutos), y el porcentaje de eficiencia = $(L1-L2)/L1 \times 100$ (L1: Total de frutos evaluados, L2=Frutos dañados).

Resultados y discusión

Ecotipos de ají

Los dos ecotipos de ají evaluados han respondido de manera diferente a los insecticidas botánicos en la incidencia y eficiencia (Fig. 2a & 2b). Con base a los datos obtenidos, el ecotipo punta de lanza ladrillo presentó menor incidencia de plagas, y la mayor eficiencia al efecto de los insecticidas, probablemente por la mayor cantidad de picor que presenta el primero. Por otra parte, se obtuvo que los insecticidas botánicos comparando entre sí (Fig. 2c & 2d), mostraron que

sí existen diferencias significativas a partir de los resultados del análisis de varianza (Tabla 1). Y esto se debe a que el insecticida botánico *M. azedarach* (paraíso), se destacó por tener menor incidencia y mayor eficiencia ($p \leq 0.05$) comparando con el testigo. Otros estudios de la misma manera han demostrado la mayor eficiencia de los extractos de *M. azedarach* como insecticida botánico (Huerta et al. 2008, Chiffelle et al. 2011) y que la incidencia disminuye, debido a que concentraciones altas por encima de 1% afectan en la alimentación, ovoposición y muerte de insectos plaga, resultados también obtenidos por Ibáñez & Zoppolo (2008).

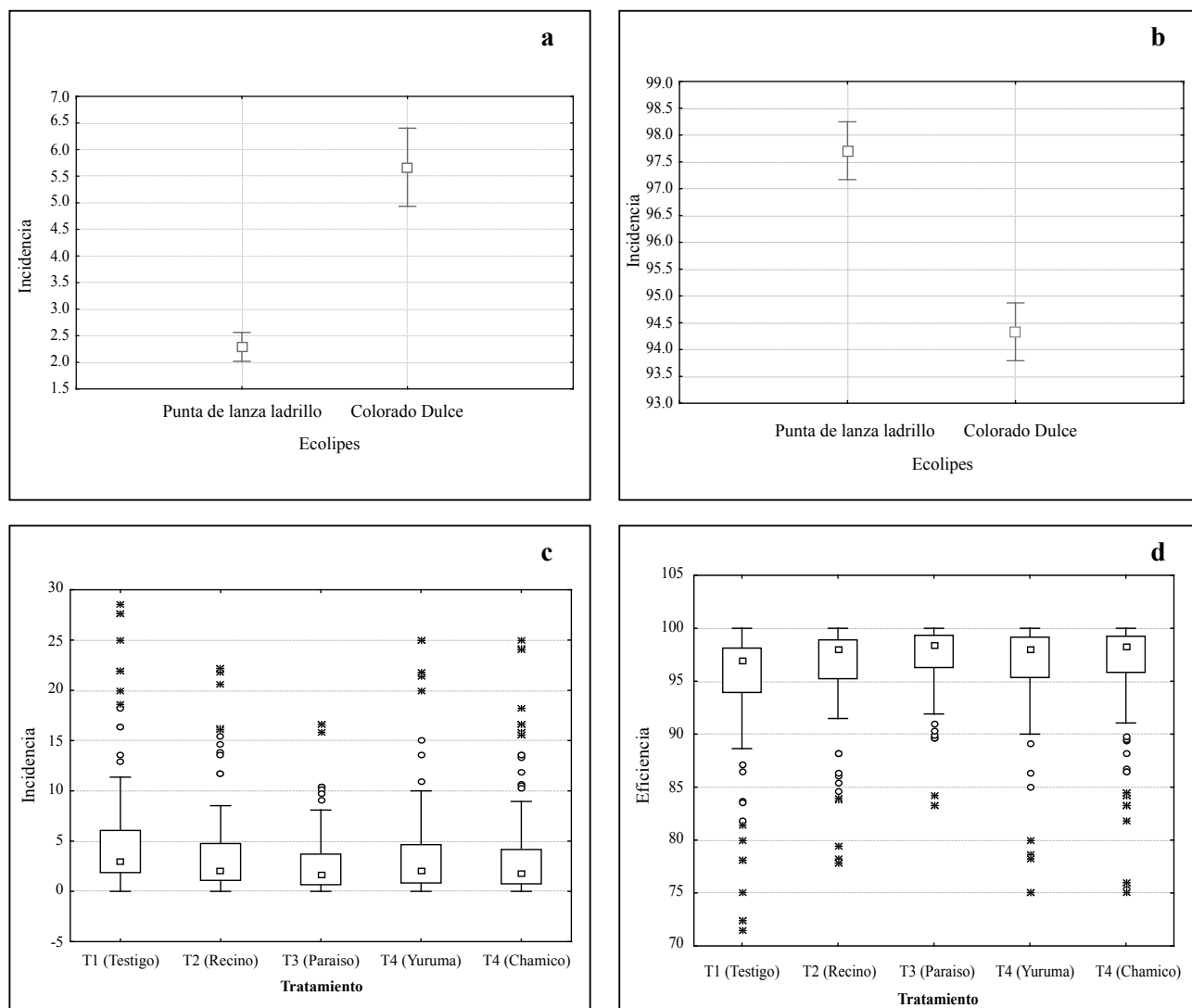


Figura 2. a) Diagrama de cajas mostrando diferencias entre el porcentaje de incidencia, b) porcentaje de eficiencia de los ecotipos “punta de lanza ladrillo” y “colorado dulce”, a partir de la aplicación de los insecticidas botánicos, c) variabilidad de los tratamientos tanto incidencia, d) eficiencia. T1: Testigo, T2: Ricino (*R.communis*), T3: Paraíso (*M. azedarach*), T4: Yuruma (*M. laetevirens*), T5: Chamico (*D. stramonium*).

Tabla 1. Análisis de varianza del efecto de los insecticidas botánicos sobre la incidencia y eficiencia en los dos ecotipos de ají “punta de lanza ladrillo” y “colorado dulce”.

Incidencia y Eficiencia	G. L.	S.C.	C.M.	F	p
Intercepto	1	9502.62	9502.624	420.5784	0.000000
Bloque	3	18.58	6.193	0.2741	0.844090
Ecotipo	1	1711.46	1711.461	75.7479	0.000000
Tratamiento	4	461.75	115.438	5.1092	0.000475
Bloque*Ecotipo	3	65.97	21.991	0.9733	0.404926
Bloque*Tratamiento	12	491.92	40.993	1.8143	0.042896
Ecotipo*Tratamiento	4	234.94	58.735	2.5995	0.035351
Bloque*Ecotipo*Tratamiento	12	271.47	22.622	1.0012	0.446195
Error	560	12652.74	22.594		
Total	599	15908.83			

Insecticidas botánicos

Al realizar comparaciones de cada ecotipo versus los insecticidas botánicos, se determinó que existen diferencias significativas entre cada interacción ($p \leq 0.05$) (Tabla 1). Se observa en la Figura 3a que el ecotipo del ají “punta lanza ladrillo”, presentó menor incidencia del ataque de *N. pendula*, pero no se pudo diferenciar el efecto entre los insecticidas botánicos, ya que la incidencia no varía significativamente entre los tratamientos y de la misma manera para los resultados de eficiencia (Tabla 2).

En cambio el ecotipo “ají dulce colorado”, aunque presente mayor incidencia de *N. pendula*, los valores más bajos (Fig.3a) se encontraron en *M. azedarach* (Paraiso) y *M. laetevirens* (Yuruma). Estos dos insecticidas botánicos son más eficientes en el

“ají dulce colorado”. Se destaca la especie *M. laetevirens*, debido a que es una planta nativa que se encuentra en los ecosistemas naturales en el área protegida. Con base a las recomendaciones de Jiménez et al. (2011) para el uso de plantas nativas en el control de insectos, esta planta ha demostrado ser eficiente. Sus propiedades insecticidas pueden ser aplicadas, y también para controlar enfermedades ya que posee actividad antimicrobiana y antiviral (Vivot & Cruaños 2008).

Asimismo, los resultados que se obtuvieron con la matriz de correlaciones, demuestran que los insecticidas botánicos *M. azedarach* (Paraiso) y *M. laetevirens* (Yuruma), tuvieron el mismo efecto en ambos ecotipos de ají, debido a que no se encontró diferencias estadísticamente significativas (Fig. 3b).

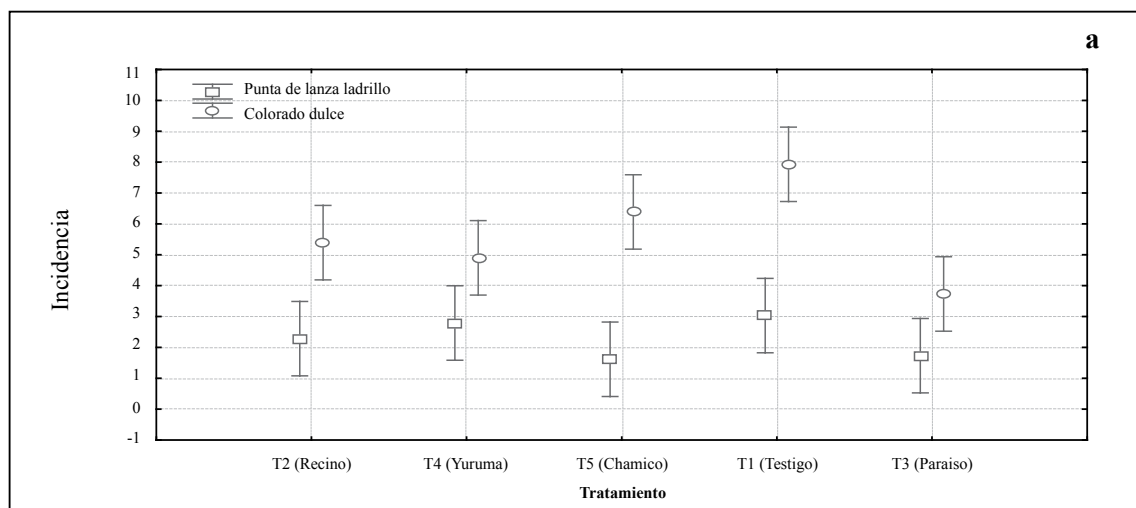


Figura 3a. Diagrama de cajas mostrando diferencias en la incidencia, debido al efecto de los cuatro insecticidas botánicos en los dos ecotipos de ají “punta lanza ladrillo” y “dulce colorado”.

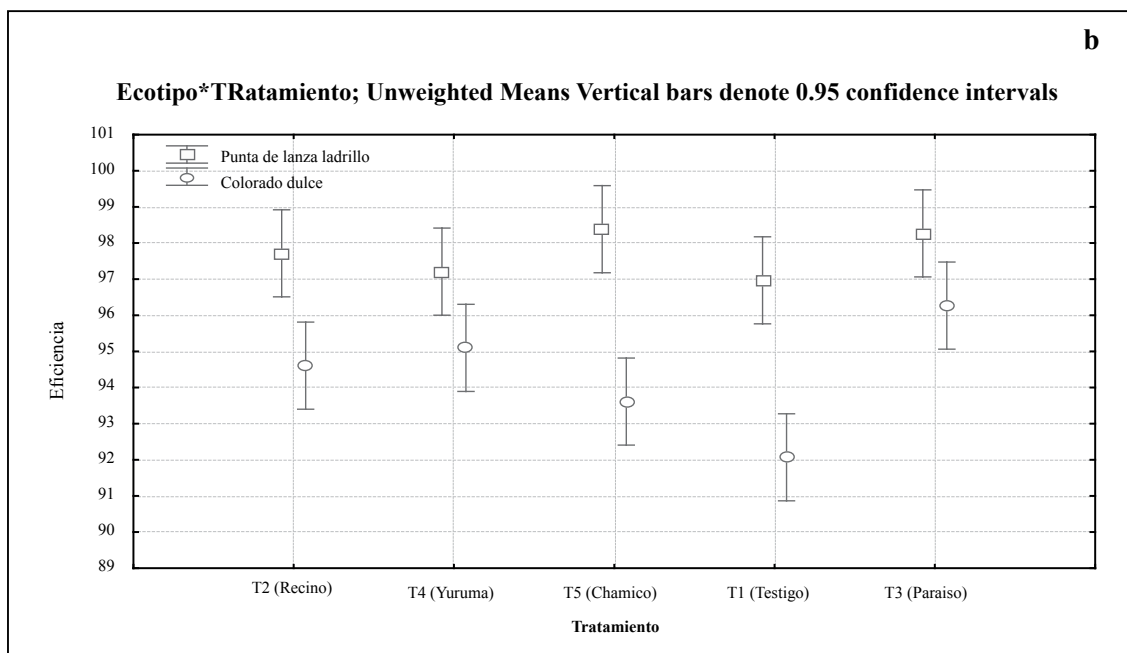


Figura 3b. Diagrama de cajas mostrando diferencias de eficiencia, debido al efecto de los cuatro insecticidas botánicos en los dos ecotipos de ají “punta lanza ladrillo” y “dulce colorado”.

Tabla 2. Matriz de correlaciones que compara la interacción de los ecotipos de ají *versus* los cuatro insecticidas botánicos en función a la incidencia y eficiencia. PLL: Punta lanza ladrillo; CD: Colorado dulce; T1: Testigo, T2: Ricino (*R. communis*), T3: Paraíso (*M. Azaderach*), T4: Yuruma (*M. laetevirens*), T5: Chamico (*D. stramonium*).

Incidencia Eficiencia	PLL*T2 {1}	PLL*T4 {2}	PLL*T5 {3}	PLL*T1 {4}	PLL*T3 {5}	CD*T2 {6}	CD*T4 {7}	CD*T5 {8}	CD*T1 {9}	CD*T3 {10}
PLL*T2 {1}		0.999894	0.998972	0.997517	0.999782	0.012582	0.076935	0.000107	0.000012	0.813605
PLL*T4 {2}			0.940936	1.000000	0.969388	0.080641	0.306582	0.001420	0.000013	0.986293
PLL*T5 {3}				0.833354	1.000000	0.000594	0.005960	0.000014	0.000012	0.303204
PLL*T1 {4}					0.893739	0.164835	0.488474	0.004346	0.000013	0.998501
PLL*T3 {5}						0.001041	0.009799	0.000016	0.000012	0.385965
CD*T2 {6}							0.999917	0.979920	0.099219	0.659158
CD*T4 {7}								0.788667	0.017430	0.942459
CD*T5 {8}									0.749871	0.067808
CD*T1 {9}										0.000067
CD*T3 {10}										

Efecto temporal de la aplicación de los insecticidas botánicos

Se analizó el efecto que tiene las cinco fechas de aplicación y tiempo en horas (1, 24 y 48 horas). El análisis de varianza muestra que entre las cinco fechas existen diferencias significativas ($p \leq 0.05$) y de igual manera para el tiempo (Tabla 3). Como

se observa en la Figura 4, existe una tendencia a disminuir la incidencia *N. pendula*, y aumentar la eficiencia de los insecticidas botánicos. A partir de la segunda fecha de aplicación la incidencia y eficiencia no varió significativamente en las siguientes fechas de aplicación. No se ha encontrado que exista una interacción significativa entre la fecha y horas con el tratamiento.

Tabla 3. Análisis de varianza del efecto de los insecticidas botánicos a partir de las fechas y tiempo (horas) sobre la incidencia y eficiencia en los dos ecotipos de ají.

Incidencia y Eficiencia	G. L.	S.C.	C.M.	F	p
Intercepto	1	9502.62	9502.624	478.4952	0.000000
Fecha	4	3459.85	864.963	43.5544	0.000000
Tiempo (Horas)	2	594.00	297.000	14.9551	0.000000
Tratamiento	4	461.75	115.438	5.8128	0.000139
Fecha*Horas	8	422.73	52.842	2.6608	0.007188
Fecha*Tratamiento	16	386.15	24.134	1.2153	0.251134
Hora*Tratamiento	8	61.60	7.700	0.3877	0.927253
Fecha*Horas*Tratamiento	32	96.56	3.018	0.1519	1.000000
Error	525	10426.18	19.859		
Total	599	15908.83			

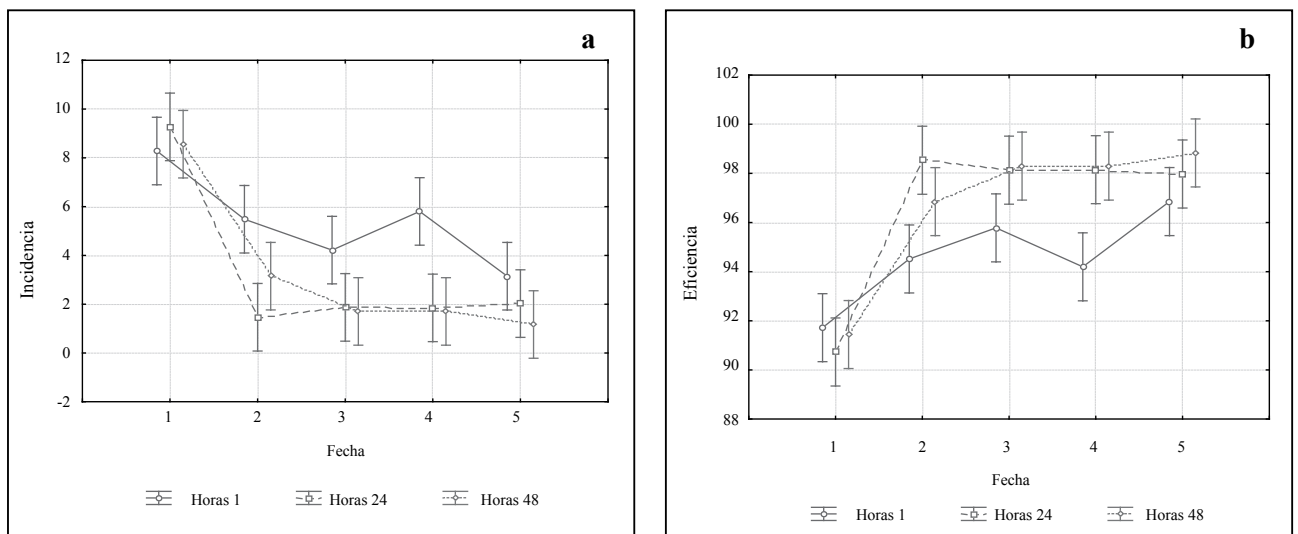


Figura 4. a) Diagrama de cajas mostrando diferencias entre las cinco fechas de aplicación y el efecto de las horas, de los insecticidas botánicos sobre la incidencia, b) eficiencia.

Conclusiones

La menor incidencia y la mayor eficiencia al efecto de los insecticidas botánicos fueron registradas en el ecotipo de ají “punta de lanza ladrillo”, en relación al “colorado dulce”. El insecticida botánico elaborado con *Melia azedarach* (paraíso), fue el que registro la menor incidencia y la mayor eficiencia en el control de la mosca del ají (*Neosilva pendula*), que se atribuye a su contenido de terpenoides (meliartenina y meliacarpinina), sustancias referidas como toxicas por ingestión y disuasivos alimentarios para distintas plagas agrícolas.

En el ecotipo “ají dulce colorado” se pudo diferenciar mejor el efecto de los insecticidas botánicos, encontrándose la menor incidencia y la mayor eficiencia en los tratamientos de *M. azedarach* (Paraíso) y *M. laetevirens* (Yuruma), destacándose la especie *M. laetevirens* por ser nativa en el del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, que además de su efecto insecticida tiene propiedades fungicidas.

Los insecticidas botánicos son una alternativa para el control de la mosca del ají (*N. pendula*), evidenciándose una reducción de la incidencia y mayor eficiencia de estos de la primera a la segunda aplicación, manteniéndose bajo control el ataque de la mosca del ají, a partir de la segunda aplicación. Medida que puede mejorarse con el uso de trampas de color para darle mayor seguridad al agricultor.

Referencias

Abbott, W.S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18:265-267.

Anculle, A. y R. Álvarez. 1999. Evaluación de enfermedades de plantas. Versión 2. Arequipa Perú.

Arboleda, F.J., O.A. Guzmán, y J.F. Restrepo. 2010. Efecto in vitro de extractos acuosos de higuera (*Ricinus communis* Linneo) sobre el nematodo Barrenador [*Radopholus similis* (Cobb) Thorne]. Agron., 18 (2): 25 – 36.

Balzarini, M.G., L. Gonzalez, M. Tablada, F. Casanoves, J.A. Di Rienzo, C.W. Robledo. 2008. Infostat. Manual del Usuario, Editorial Brujas, Córdoba, Argentina

Bejarano, C. 2013. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Ají. Chuquisaca. Bolivia. Berny-Mier y Teran, J.C., L. Abdala-Roberts, A. Durán-Yáñez, F. Tut-Pech. 2013. Variation in insect pest and virus resistance among habanero peppers (*Capsicum chinense* Jacq.) in Yucatán, México. Agrociencia 47: 471-482.

Casasola, E.E. 1995. Efectividad del uso de extractos orgánicos para el control de mosca blanca (*Bemisia tabaci*); en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L), en el municipio de San José La Arada. Tesis grado Ing. Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala. Chiquimula. Guatemala.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1993. Guía para el manejo integrado de plagas del cultivo de chile dulce. Serie técnica. Informe técnico / CATIE, N° 201. Turrialba, Costa Rica. 168.

Chiffelle, I., A. Huerta, F. Azúa, K. Puga, y J. E. Araya. 2011. Antifeeding and insecticide properties of aqueous and ethanolic fruit extracts from *Meliaz zedarach* L. on the elm leaf beetle *Xanthogaleruca luteola* Müller. Chilean Journal of Agricultural Research 71(2): 218-225.

Collavino, M., A. Pelicano, & R.A. Giménez. 2006. Actividad insecticida de *Ricinus communis* L. sobre *Plodiainter punctella* Hbn. (Lepidoptera: Phycitinae). Rev. FCA UNCuyo, 18 (1): 13-18.

El-Massad, H.A., A.A. Satti y Z.A. Alabjar. 2012. Insecticidal potentiality of *Datura innoxia* leaf extracts against the cluster bug (*Agonoscelis pubescens* (Thunberg)). Global Advanced Research Journal of Environmental Science and Toxicology, 1(6) pp. 172-177

El-Wakeil, N., N. Gaafar, A. Sallam y C. Volkmar. 2013. Side effects of insecticides on natural enemies and possibility of their integration in plant protection strategies. En: S. Trdan (Ed.). Insecticides - Development of Safer and More Effective Technologies. Ed. InTech. pp: 3-56.

Field, L.M., R.L. Blackman, y A.L. Devonshire. 2001. Evolution of amplified esterase genes as a mode of insecticide resistance in aphids. En: Ishaaya, I. (Ed.). Biochemical Sites of Insecticide Action and Resistance. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg. Alemania. pp: 209-219.

Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles (FDTA-Valle). 2007. Manual de cultivo de ají. Cochabamba, Bolivia.

- Galeano-Olaya, P.E. y N. A. Canal. 2012. New species of *Neosilba* McAlpine (Diptera: Lonchaeidae) and new records from Colombia. *Papéis Avulsos de Zoologia*, 52(31): 361-385.
- Gonzales, D. 1994. Control químico de la mosca del ají (*Silba pendula*). Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.
- Huerta, A., I. Chiffelle, D. Lizana, y J.E. Araya. 2008. Actividad insecticida de extractos del fruto de *Meliaazedarach* en distintos estados de madurez sobre *Drosophila melanogaster*. *Bol. San. Veg. Plagas*, 34: 425-432.
- Iannacone, J y G. Lamas. 2002. Efecto de dos extractos botánicos y un insecticida convencional sobre el depredador *Chrysoperla externa*. *Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica)* 65: 92 – 101.
- Ibáñez, F. y R. Zoppolo. 2008. Manejo de plagas en agricultura orgánica: Extractos de “paraíso” para control de insectos. *Boletín de Divulgación N° 94*. Unidad de Comunicación y Transferencia de Tecnología del INIA. Montevideo – Uruguay. 1-16.
- Instituto Nacional de Estadística, INE. 2009. Resultados: Encuesta nacional Agropecuaria – ENA 2008. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. Estado Plurinacional de Bolivia. La Paz. Bolivia.
- Isman, M.B. 2008. Perspective botanical insecticides: for richer, for poorer. *Pest Management Science*, 64:8–11.
- Jiménez, M., A. Carretero, J.Orías, R. Lozano y E. Cervantes. 2011. Guía de plantas útiles. Parque nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Herbario Sur de Bolivia, Proyecto Beisa 2. Sucre, Bolivia.
- Klein, C., y D.F. Waterhouse. 2000. The distribution and importance of arthropods associated with agriculture and forestry in Chile (Distribución e importancia de los artrópodos asociados a la agricultura y silvicultura en Chile). *ACIAR Monograph No. 68*, 234.
- León, R. 2008. Fluctuación poblacional y distribución de las mosca del ají (*Silba pendula*), en el municipio de Padilla. Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.
- Matsumura, F. 1975. *Toxicology of insecticides*. Plenum Press. New York. U.S.A. 45-97.
- Ntalli, N.G. y U. Menkissoglu-Spiroudi. 2011. Pesticides of Botanical Origin: A Promising Tool in Plant Protection. En: Stoytcheva, M. (Ed.). *Pesticides - Formulations, Effects, Fate*. Ed. InTech. 3-24.
- Onstad, D.W. 2014. Major issues in insect resistance management. En: Onstad, D.W. (Ed.). *Insect resistance management: Biology, Economics, and Prediction*. 2 ed. Academic Press is an imprint of Elsevier. United States of America. 1-23.
- PROINPA. 2007. Catálogo de ají de ecotipos conservados en campos de agricultores. Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- Sandoval-Reyes, F., M.L. Arriaga-Gaona, L. Hernández, I. Hernández-Romero y F.I. Guzmán-González. 2013. Actividad biológica en campo del extracto etanólico de *Meliaazedarach*, *Psidiumguajava*, *Datura stramonium*, *Piperauritum* y *Azadirachta indica juss* sobre la *Diaphorinacitri*. *Revista Latinoamericana de Recursos Naturales* 9 (1): 22-29.
- Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia (SERNAP). 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Iñaño 2012 - 2021. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Monteagudo, Chuquisaca. Bolivia.
- Silva-Aguayo, G. 2007. *Botanical Insecticides*. Universidad de Concepción, Chillán Chile. (Visitado: 22/01/2014). Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/chapters/SilviaAguayo.htm>
- Strikis, P. C. y M.L.M. Lerena. 2009. A new species of *Neosilba* (Diptera, Lonchaeidae) from Brazil. *Iheringia, Sér. Zool.*, Porto Alegre, 99 (3): 273-275.
- Uchôa, M.A. 2012. Fruit Flies (Diptera: Tephritoidea): Biology, Host Plants, Natural Enemies, and the Implications to Their Natural Control. En: Larramendy, M.L. y S. Solonesk. (Ed.). *Integrated Pest Management and Pest Control - Current and Future Tactics*. Ed. InTech. 271-300.
- Vivot, E.P. y M.J. Cruañes. 2008. Actividades antimicrobiana y antiviral de extractos vegetales de algunas especies de la flora de Entre Ríos. *Ciencia, Docencia y Tecnología* 37: 177-189.

Recuperación de la fertilidad de suelos en bosques secundarios, Monteagudo Chuquisaca

Recovery of soil fertility in secondary forests, Monteagudo Chuquisaca

Vedulia Coronado^{1*} & E. Noellemeyer²

¹ BEISA 3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla Postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre-Bolivia.

² Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Pampa (UNL Pam), Santa Rosa – Argentina.

*vedulia.coronado@gmail.com

Resumen

Los bosques secundarios juegan un papel importante en la recuperación de la fertilidad de suelos, sobre todo en aquellas regiones donde se practica la agricultura migratoria no sustentable de rosa-tumba y quema, en la cual la tierra se cultiva por periodos cortos bajando su rendimiento y productividad. Se evaluó el proceso de recuperación de las propiedades edáficas en distintas edades de bosques secundarios estratificados en cuatro sucesiones: bosque inicial (BI) 1-7 años, bosque medio (BM) 8-13 años, bosque maduro (BMa) 14-25 años y bosque tardío (BT) > 25 años. La evaluación se llevó a cabo en la comunidad de Zapallar del Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Serranía del Inão, Bolivia, donde se seleccionaron 20 sitios, con 4 puntos de muestreo por sitio a una profundidad de 0-5 cm. Los resultados se analizaron mediante pruebas ANOVA, test de medias de Tukey ($\alpha < 0,05$) para evaluar la relación entre edad del bosque y variables indicadoras de calidad de suelo se utilizó análisis de regresión. Los resultados indicaron que dentro y entre sitios existe alta variabilidad en la textura, materia orgánica y otras propiedades del suelo. La relación de MO y la edad del BS ($R^2=0,45$) fue significativo ($p=0,001$) mientras que el P disponible y N total no fue significativo. Entonces se concluye que los contenidos de MO y otros micronutrientes aumentan conforme avanza la edad del bosque secundario en una misma clase textural.

Palabras clave: Edad del bosque, materia orgánica, sucesión vegetal, restauración.

Abstract

Secondary forests play an important role in the recovery of soil fertility, above all in those regions where non-sustainable agriculture is practiced of slash and burn, where the soil is cultivated for short periods lowering its yield and productivity. The process of recovery was evaluated for soil properties in distinct ages of secondary forests stratified in four successions: Initial forest (IF) 1-7 years, Medium forest (MF) 8-13 years, Mature forest (MaF) 14-25 years and Late forest (LF) > 25 years. The evaluation was carried out in the community of Zapallar of the Serranía del Inão National Park and Integrated Area, Bolivia, where 20 sites were selected with 4 sampling points per point to a depth of 0-5 cm. The results were analyzed using ANOVA tests, Tukey tests ($\alpha < 0,05$), to evaluate the relation between forest age and for the indicative variables of soil quality a regression analysis was used. The results indicate that within and between sites, there exists a high variability in the texture, organic material and other properties of the soil. The relationship of MO and the age of the secondary forest ($R^2=0.45$) was significant ($p=0,001$), while the available P and total N was not significant. It was therefore concluded that the content of MO and other micronutrients increase in conformance with the increasing age of the secondary forest in the same texture class.

Key words: Forest age, organic matter, restoration, vegetation succession.

Introducción

La recuperación de suelos abandonados o la sucesión secundaria después de una actividad agrícola, juega un papel importante en la recuperación de la fertilidad de suelos y regulación del ecosistema (Buol 1994, Daubenmire 1974). Numerosos autores (Chang et al. 1999, Lovich & Bainbridge 1999, Wang et al. 2002, Stolte et al. 2003, Fu et al. 2003, An et al. 2009) coinciden en que la sucesión de vegetación secundaria, aporta a la recuperación de la fertilidad de los suelos, a través de los aportes de residuos vegetales y la ausencia de remoción por labranzas, que a su vez son estudiados principalmente en regiones tropicales y sub-tropicales, también afirman que las grandes extensiones de suelos arables son abandonados, por las prácticas agrícolas no sustentables.

Por otro lado, otros autores como Zhang et al. (2005 y 2006) resaltan que la mejora de la fertilidad de los suelos estaría directamente relacionada a la edad de la vegetación secundaria. Varios estudios muestran resultados sobre el incremento del carbono (C), tanto en el suelo como en la biomasa (Sedjo 1992, Kauppi et al. 1992, Dixon et al. 1994, Huntington & Ryan 1995). Sin embargo, el análisis de los trabajos citados revela que los procesos de re-vegetación y los cambios en las propiedades de los suelos, dependen fuertemente de prácticas regionales y, otros como, las características del clima, las propiedades intrínsecas de los suelos, el uso y manejo del suelo en la fase agrícola y en la vegetación sucesional.

Por la multiplicidad de factores que actúan resulta complicado determinar el grado de beneficio del bosque secundario en la recuperación de la fertilidad (Rivera et al. 1986, Soto et al. 1986), especialmente en regiones frágiles de clima árido, semiárido y áreas sub-tropicales con pendiente, donde es mayor la susceptibilidad a la desertificación. La práctica más común en áreas sub-tropicales es la agricultura migratoria que funciona como un sistema de producción secuencial milenario. En este sistema parches de bosques son tumbados, quemados y cultivados por un periodo transitorio corto, entre tres y cuatro años, hasta que los rendimientos caen y luego se los abandona y se procede a realizar igual práctica en otro lugar (Bautista et al. 2003). En base a lo expuesto se plantea el siguiente objetivo: evaluar el estado de las propiedades edáficas en distintas edades de bosques secundarios y así establecer la tasa de

acreción de carbono orgánico del suelo en las distintas fases de los bosques secundarios.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se llevó a cabo en la comunidad del San Pedro del Zapallar, Provincia Hernando Siles. Zapallar es una de las comunidades que forma parte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño (ANMI-PN Serranía del Ñaño), localizada al sur de la Cordillera de los Andes. Geográficamente ubicada al sur del departamento de Chuquisaca – Bolivia, entre las coordenadas 19°00'00" a 19°47'30" de latitud sur y entre 64°43'00" a 64°09'15" de longitud oeste (Serrano 2003) a una altitud entre 1100-1500 m.

Muestro de suelos

Se eligieron sitios de bosques secundarios de diferentes edades (3, 5, 6, 6, 7, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 19, 19, 22, 23, >25, 30, 35, >35, 50 años), las mismas se clasificaron en 4 categorías de edad: 1 - (BI 1-7 años); 2 - (BM 8-14 años); 3 - (BA 15-24 años) y 4 - (BT >25 años), para describir el sitio se realizó una entrevista informal directa a los dueños que han realizado actividad agrícola en los predios elegidos. En cada categoría de bosque secundario (BS), se estableció 5 parcelas de 1000m² (50 m X 20 m). Dentro de cada parcela se identificó 4 puntos de muestreo de 1m x 1m al azar, haciendo un total de 4 pseudo-réplicas por sitio y un total de 80 muestras en 20 sitios. Las muestras se colectaron a una profundidad de 0-5 cm, con la ayuda de un cilindro de densidad aparente, para los análisis físicos y químicos de suelos de bosques secundarios.

Análisis de suelos

Los resultados se analizaron mediante ANOVA y test Tukey de medias, para comparar diferencias de las medias de los valores de los parámetros edáficos (Carbono orgánico total: Ct, Carbono orgánico joven: Cj, Nitrógeno total: Nt, Fósforo disponible: Pdisp., pH, Densidad aparente: DA, Conductividad eléctrica: CE, Capacidad de intercambio catiónico: CIC y Arcilla mas Limo), entre categorías de edad a un nivel de significancia de $\alpha=0,05$. Por otra parte se realizaron análisis de desvío estándar para conocer

la variabilidad dentro de cada sitio y las diferencias entre sitios. Se realizaron análisis de regresión lineal simples, para evaluar la relación entre los contenidos de Materia orgánica total (MOT) y la edad del BS. Además se realizó un Análisis de Componentes Principales (ACP) (Figura 5) para obtener un número menor de variables capaces de expresar la variabilidad y la tendencia de los parámetros físico químicos del suelo (Ct, Cj, N, P, pH, DA, CE, CIC, Ca, Mg, Na, K y Arcilla + Limo) de los 20 sitios, para poder observar cómo se relacionan las variables con la edad del BS en los dos primeros componentes. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa de InfoStat 2010.

Resultados

Valores de los parámetros edáficos en las 4 estratificaciones de bosques secundarios.

La única variable que se relacionó con la edad del BS fue Ct, por lo tanto la concentración de Ct se incrementó con la edad del BS mientras la variable Nt fue muy parejo en las primeras categorías e inexplicablemente disminuyó en la categoría de edad más añejo. De la misma manera los datos de DA, en lo general mostraron que a medida aumenta la edad del BS, la DA disminuye claramente, por lo tanto la DA se condice con la edad del BS. Esto era previsible ya que existe una estrecha relación inversa entre Ct y DA. En general, los datos de Pdisp y pH, no mostraron una tendencia clara de aumentar o disminuir de acuerdo a la categoría etaria del BS. Mientras los valores de N no mostraron diferencias entre las categorías de edad, ni un aumento con la edad del bosque secundario (Fig. 1).

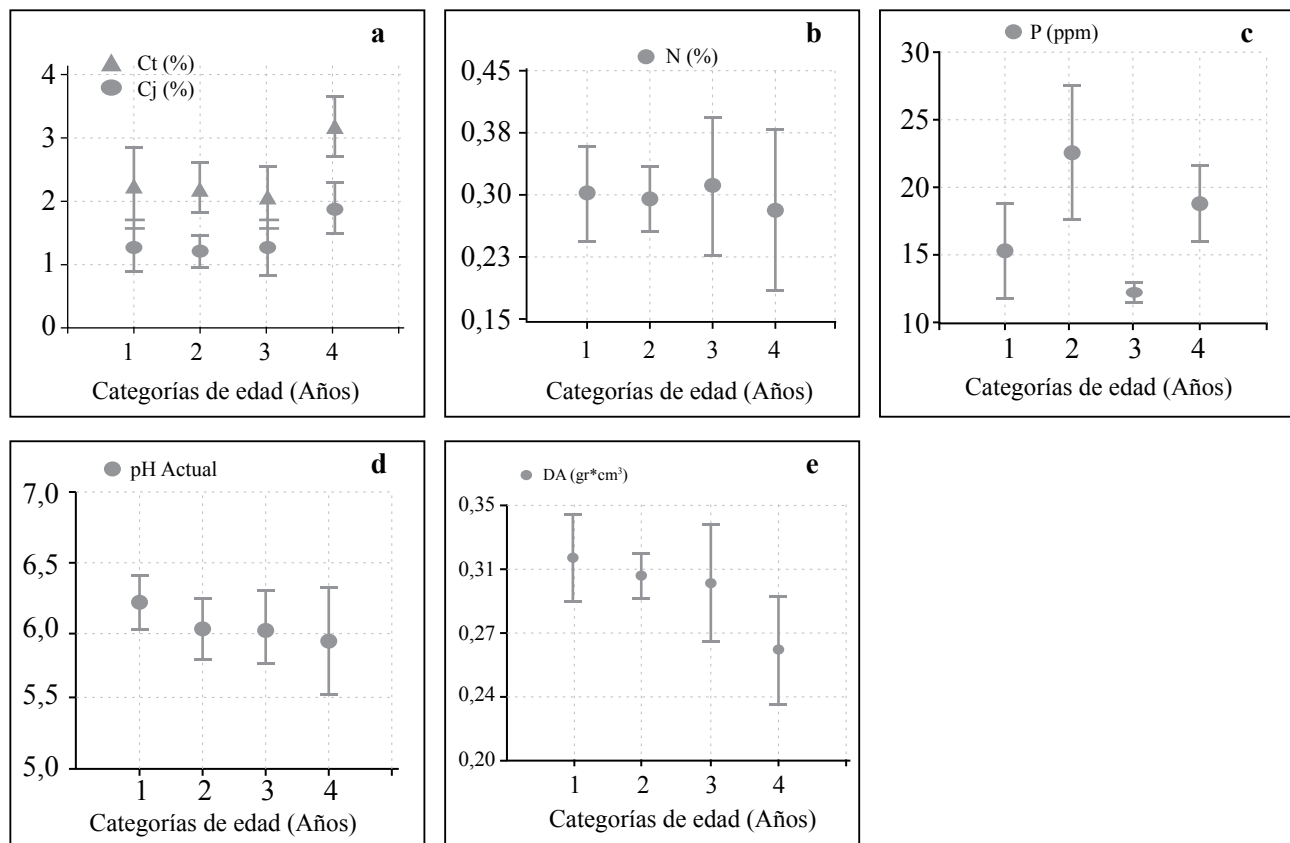


Figura 1. Valores de a) Carbono total (Ct), b) Carbono joven (Cj), c) Nitrógeno total (Nt), d) Fosforo disponible (PDisp.), e) pH Actual y f) Densidad aparente (DA), en función a las categorías de edad: 1: bosque inicial (BI), 2: bosque medio (BM), 3: bosque avanzado (BA) y 4: bosque tardío (BT). Las líneas verticales representan el desvío estándar.

Las variables CIC y Ca mostraron similar comportamiento entre sí y con la variable Ct, entonces en cuanto un aumento de la materia orgánica también conlleva a mayor capacidad de intercambio catiónico a medida que avanza la edad del BS (Fig. 2). Por

otra parte, los valores de Mg, Na y K en general no mostraron relación con las categorías etarias del BS (Tabla 1). La variable textura no mostro una relación con las categorías de edad, sin embargo dentro de cada categoría de edad el desvío estándar fue alto.

Tabla 1. Medias de los parámetros evaluados de 20 sitios estratificados en 4 categorías de edad. Letras diferentes en valores de una misma fila señalan diferencias significativas (Tukey, $p < 0,05$).

Parámetro	CV	DMS	1(3-8 años)	2(9-14 años)	3(15-24 años)	4(>25)
Ct (%)	21.27	0.92	2.21a	2.21a	2.05a	3.19b
Cj (%)	28.03	0.71	1.26a	1.19a	1.26a	1.86a
N (%)	24.4	0.13	0.30a	0.30a	0.31a	0.28a
P ppm	42.83	13.39	15.45a	22.58a	12.30a	18.80a
pH Actual	4.65	0.51	6.21a	6.01a	6.01a	5.92a
DA g/cm ³	9.25	0.04	0.32b	0.31ab	0.30ab	0.26a
Ca meq/100g	32.54	8.96	14.78a	12.97a	12.66a	20.49a
Mg meq/100g	35.19	1.59	1.95a	2.75a	2.37a	2.35a
K meq/100g	33.83	0.85	1.44a	1.19a	1.25a	1.66a
Na meq/100g	30.93	0.15	0.28a	0.28a	0.26a	0.24a
CIC meq/100g	28.04	11.38	20.83a	19.80a	19.03a	30.03a
Arcilla+Limo(%)	21.76	12.84	32.29a	30.84a	32.59a	34.74a

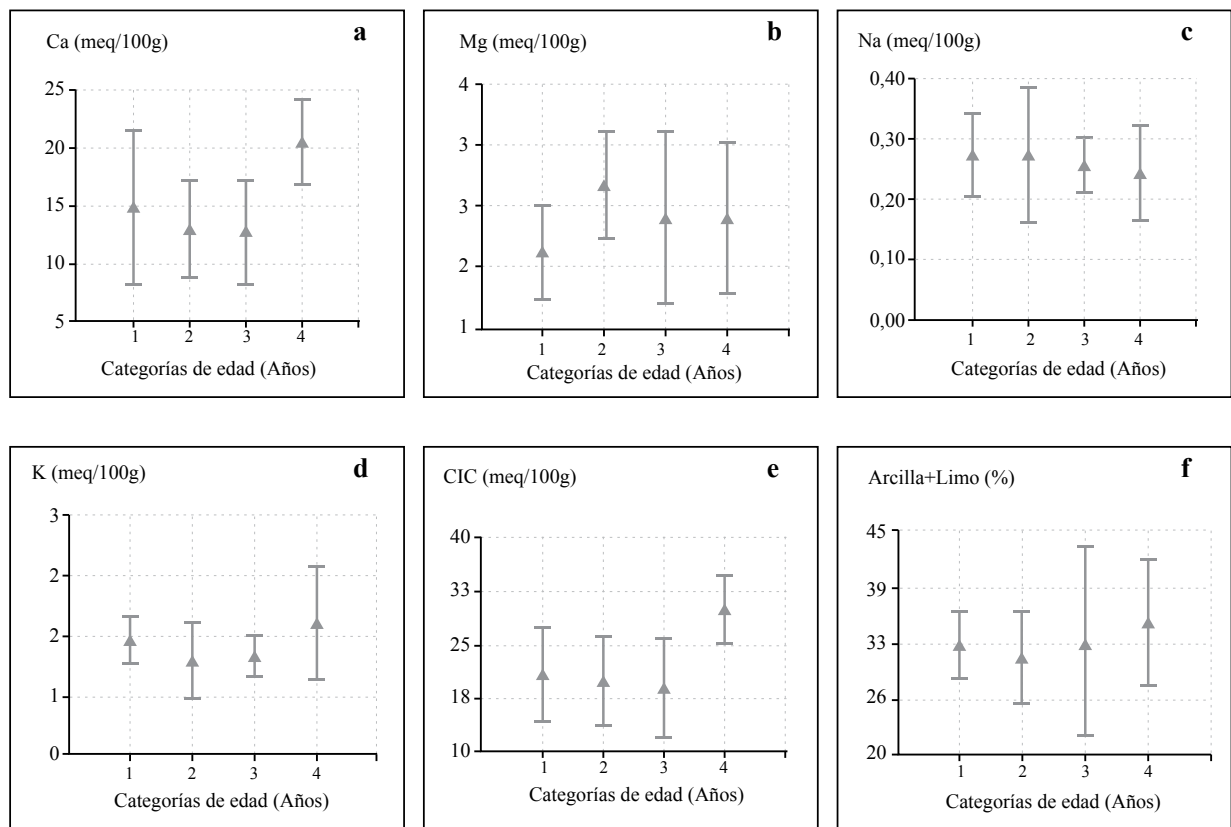


Figura 2. Valores de a) Calcio (Ca), b) Magnesio (Mg), c) Sodio (Na), d) Potasio (K), e) Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) y f) Arcilla + Limo, en función de las categorías de edad: 1: bosque inicial (BI), 2: bosque medio (BM), 3: bosque avanzado (BA). Las líneas verticales representan el desvío estándar.

De acuerdo a la comparación de medias los contenidos de Ct y Nt fueron los que mostraron buenas tendencias en función de la edad del bosque secundario, mientras la variable Pdisp no mostró ninguna tendencia con respecto a las categorías de edad. Las medias de los valores de Ct y Cj de las categorías de edad 1, 2 y 3, no mostraron diferencias entre sí, sin embargo la categoría de edad 4 tuvo un valor más alto con respecto a las primeras. La media de las demás variables ninguno mostro diferencia entre sí.

Los valores analizados por sitio mostraron diferencias entre sitios y dentro cada sitio, por la alta variabilidad espacial por lo que dificultó encontrar diferencias significativas para algunas de las variables evaluadas. Las variables que mostraron mayor diferencia dentro de un mismo sitio fueron Ct, Nt, Pdisp, textura, CIC, Na y Ca. En cambio las variables CE, DA, pH, Mg y K fueron más estables en cuanto a su distribución espacial (Fig. 1 y 2).

Relación entre materia orgánica total y edad del bosque secundario

Para relacionar los contenidos de MOt con la edad del bosque secundario, se realizó una regresión lineal simple (Fig. 3), la misma muestra que la tasa de cambio sobre los contenidos de MOT a lo largo del tiempo es de 0.05. La regresión es significativa y la edad del bosque explica el 18% de la variabilidad de los valores de materia orgánica. Esta falta de ajuste estaría relacionado con la variabilidad de los contenidos de A+L en los suelos.

Para explicar la influencia de la variabilidad textural sobre la MOt, se realizó una nueva regresión con los grupos texturales identificados. La regresión para el primer grupo textural con los más altos contenidos de A+L no mostro una buena explicación ni una p significativa ($R^2=28$ y $p=0,0277$). En cambio, el segundo análisis de regresión, con sitios que mostraron un rango más estrecho de A+L entre 28 y 33% (sitios 1, 2, 3, 4, 6, 9 y 11), muestra una mejor explicación ($R^2= 45\%$) y un valor de significancia ($p= 0,0001$) en comparación con las otras regresiones (Fig. 4).

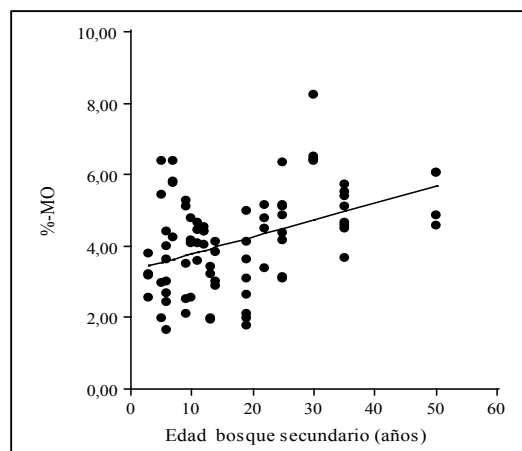


Figura 3. Distribución de la MO en función de la edad del bosque secundario. ($R^2=0,028$, $p=0,0277$, $n=80$).

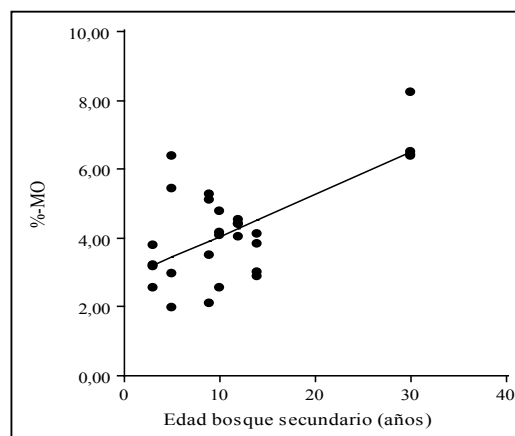


Figura 4. Distribución de la MO en función de la edad del bosque secundario en 7 sitios del grupo textural entre 28-33% de A+L. ($R^2=0,45$, $p=0,001$, $n=28$).

Variabilidad y tendencia de los parámetros físico-químicos

El CP1 y CP2 explicaron un 54,9% de la variabilidad total de los parámetros analizados en función a la edad del bosque secundario (Fig. 5). La primera componente (CP1), separa DA del resto de las variables, este parámetro agrupa las edades 10, 3, 12, 23, 6 y 5 años de BS. Las variables Cj, Ct, Nt, pH, Ca y CE agrupan a sitios de edad 7, >25, 22, 50 y 30 años, las mismas que pertenecen a bosques secundarios avanzados (14-24 años) y tardíos (>25 años) exceptuando la edad de 7 años que corresponde al bosque secundario inicial (3-7 años). Las variables Ct, Cj, Nt, aparentemente se asocian con la edad del bosque secundario. Mientras los parámetros P, Na, Mg, K, CIC y A+L agrupan las

edades 19, 11, >35 y 35 años, que corresponden a los bosques secundarios medio (8-13 años), avanzado (14-24 años) y tardío (>25 años), como se puede observar las variables mencionadas no se condicen con la edad del bosque secundario. Las edades de 19, 9, 6, 13 y 14 años, se relacionan a todas las variables en forma negativa. Por lo tanto los valores altos y bajos de las variables evaluadas como Pdisp., pH, CE, CIC, Ca, Mg, Na, K y Arcilla + Limo, no coincidieron con la edad del bosque secundario.

Discusión

Características de los suelos

La alta variabilidad espacial entre muestras tomadas en el mismo sitio dificultó encontrar diferencias significativas para algunas de las variables evaluadas. Las variables que mostraron mayor diferencia dentro de un mismo sitio fueron Ct, Nt, Pdisp, textura, CIC, Na y Ca. En cambio las variables CE, DA, pH, Mg y K fueron más estables en cuanto a su variabilidad espacial.

La tasa de acumulación de la materia orgánica en las selvas tropicales varía entre un 2 y 5% por año (Brown & Lugo 1982, Golley 1983, Anderson & Swift, 1983) y en regiones semiáridas varía entre 0,4 y 1% por año. Esta diferencia en las tasas de acumulación de materia orgánica refleja que, en general, los depósitos de C son mayores en regiones más húmedas (Cifuentes 2008, Gili et al. 2010) y que a mayor humedad del suelo se esperaría encontrar mayores contenidos de MO. Esto explicaría las diferencias de contenido de materia orgánica encontradas en muestras dentro de un mismo sitio, ya que los puntos de muestreo con mayor exposición al sol fueron más secos y éstos presentaron menores contenidos de MO. La variabilidad de los contenidos de MO, causada por diferencias en el régimen de humedad del suelo relacionado con la exposición de la pendiente, podría explicar en parte la baja relación entre contenidos de MO y edad del bosque secundario, que se halló cuando se utilizaron todos los sitios sin discriminar por textura.

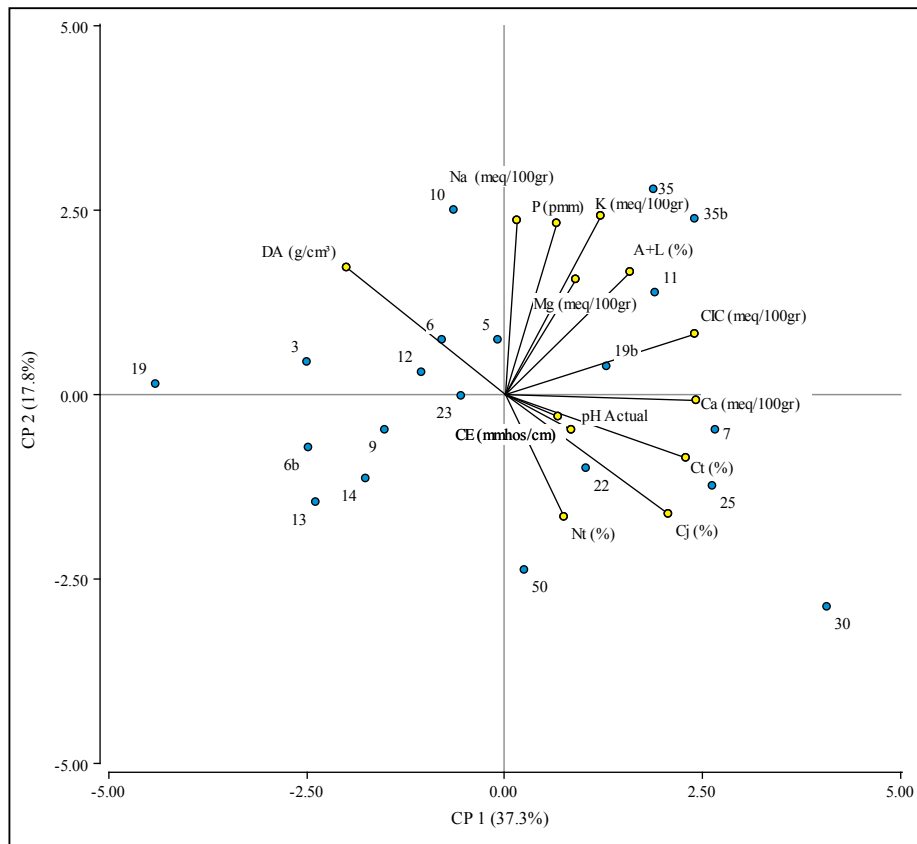


Figura 5. Análisis de componentes principales de parámetros físico químicos del suelo en bosques secundarios de los 20 sitios con diferentes edades de bosque.

El contenido de Pdisp en el suelo está definido por el material parental (Tisdale et al. 1993, Bertrand et al. 2003), algunos autores observaron un marcado efecto del clima, siendo las zonas más húmedas las más deficientes en este nutriente (Antonini et al. 2012). En ninguno de los sitios evaluados los contenidos de Pdisp se asociaron con los contenidos de MO. Por otra parte, los contenidos de Nt estarían relacionados con los contenidos de MO y sobre todo con la abundancia de las leguminosas (Resh et al. 2002, Griscom & Ashton 2011).

Relación entre la edad del bosque y contenidos de materia orgánica, nitrógeno total y fósforo disponible

Las variables evaluadas en gran parte no mostraron una tendencia positiva en función de la edad del bosque. No obstante, analizando los promedios de la variable Ct se halló una relación con respecto a la edad del BS a partir de los 25 años (sitio 16) pero con algunas excepciones como el sitio 18 (35 años). Sin embargo, por categorías de edad del bosque, las medias de las variables Ct y Nt fueron las que mostraron las mejores relaciones y no así la variable Pdisp, que no mostró ninguna tendencia. Este comportamiento en apariencia incongruente podría explicarse por diferencias en la clase textural de los sitios. Varios estudios han establecido que dentro de una región climática los contenidos de MO dependen principalmente de la textura (Quiroga et al. 1998). Por lo que, a una similar textura la variación en los contenidos de MO es causada por los cambios en el manejo (Quiroga et al. 1998, Feldpausch et al. 2004). Esto conforme a los resultados encontrados cuando se dividieron los sitios en grupos texturales, definidos arbitrariamente por el rango estrecho que mostraban. Dentro de cada rango textural, se encontraron relaciones positivas y significativas entre los contenidos de MO y la edad de BS. Varios autores afirman que COS (Carbono Orgánico del Suelo) en los primeros años de sucesión aumenta conforme la edad del bosque (Zou & Bashkin 1997, Guo & Gifford 2002, Fonseca et al. 2008, Wang et al. 2011). Mientras que otros (Alfaro et al. 2001, Wang et al. 2002) afirman que la recuperación de COS se incrementa rápidamente en los primeros años de vida del BS y que después es variable o incluso disminuye la tasa de incremento de COS según avanza la edad del BS. Scott y Morgan (2012) presentaron resultados similares a los resultados encontrados en el presente estudio.

Otros de los efectos que podría afectar la acumulación de COS en estas regiones susceptibles a la erosión hídrica y con precipitaciones intensas, son las pendientes abruptas, ya que la erosión hídrica y eólica pueden ser procesos importantes en la removilización de suelo y de MO. En el presente estudio se tomaron las muestras en una misma cota altitudinal para evaluar en similares condiciones los contenidos de COS y demás propiedades de los suelos. (Galdo et al. 2003) indicaron que la tasa de acumulación estaba inversamente relacionada con la magnitud de erosión a la escala de cuenca.

Otras investigaciones indican que la acumulación de COS en los bosques secundarios de áreas proclives a la erosión, estarían sujetas a la efectividad de la cobertura vegetal en reducir la pérdida de partículas del suelo (Ritchie & McCarty 2003, Zhang et al. 2005 & Zhang et al. 2006). Por ejemplo, la re-vegetación de suelos severamente degradados y erosionados de las planicies loessicas de China, produjo un aumento en los contenidos de materia orgánica y la estabilidad de los agregados, a pesar de la pendiente y la práctica de manejo (Matsumoto et al. 2005).

Los contenidos de Nt en los suelos de los BS mostraron tendencias similares a la del COS. Pero el contenido de Nt en la categoría de edad 4 fue bajo, con respecto a las otras categorías. En general, los valores de Nt fueron altos en todos los sitios (entre 0,19 y 0,45%) comparado con los valores encontrados en la bibliografía (Matsumoto et al. 2005, McLaughlin & Phillips 2006, Jiao et al. 2011). Esto podría estar relacionado con un rápido retorno de nitrógeno a través de la hojarasca en la poca profundidad que fue tomada la muestra (0-5cm). En el estudio de Ichikogu (2012) las medias de los valores de Nt para BS de 1, 5 y 10 años y para bosque natural fueron de 0,18; 0,22; 0,34 y 0,53% respectivamente, para la capa superficial y a 0-30 cm de profundidad del suelo fueron de 0,11; 0,16; 0,19 y 0,31%, respectivamente, valores muy parecidos a los encontrados en el presente estudio.

El Pdisp mostró valores muy variables dentro de un mismo sitio y entre sitios, siendo una de las variables estudiadas más inestables, donde la diferencia fue amplia, variando desde 8,5 a 36,7 ppm. No se halló ninguna tendencia con los bosques secundarios, similar a los resultados de Ichikogu (2012). Estos resultados se contraponen a lo encontrado por Ceccon et al. (2002), donde la variable P aumentó con la edad,

pero los parámetros Ct y Nt del suelo no cambiaron con la edad de los bosques.

Conclusiones

Los contenidos de MO aumentan conforme avanza la edad del bosque secundario dentro de una misma clase textural. Los contenidos de Nt y Pdisp fueron muy variables al igual que el resto de los parámetros evaluados. Los niveles de CIC no se relacionaron con los contenidos de la MOt, pero si con los contenidos de arcilla + limo. La variación de los valores de los parámetros estudiados dentro de los sitios y entre sitios se debe a la variabilidad textural y a las prácticas del manejo e historia de uso.

Agradecimientos

La elaboración de la presente investigación forma parte del Proyecto Agro-ecología: Alivio de la Pobreza en Bolivia (BEISA3), de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, cofinanciado por la universidad de Aarhus – DINAMARCA, a quienes agradecemos por el apoyo conceptual, económico y su buena predisposición, durante el ciclo de formación y realización y ejecución de esta investigación en el marco de una investigación de maestría. Al MSc. Jaime Bernados y Drs. Alberto Quiroga y Alfredo Bono por sus aportaciones y comentarios para la realización del documento.

Referencias

Alfaro, E. A., A. Alvarado & A. Chaverri. 2001. Cambios edáficos asociados a tres etapas sucesionales de bosque tropical seco en Guanacaste, Costa Rica. *Agronomía Costarricense*. 25(1): 7-20.

An, S. S., Huang, Y. M. & Zheng, F. L. 2009. Evaluation of soil microbial indices along a revegetation chronosequence in grassland soils on the Loess Plateau, Northwest China. *Applied Soil Ecology*. 41: 286-292.

Anderson, J. & M. Swift. 1983. Descomposición in tropical forest. En Sutton, S. Whitmore, T. & Chadwick, A. *Tropical rain forest: ecology and management*. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 287-309.

Bautista, A., R. Del Castillo. & C. Gutiérrez. 2003. Patrones de desarrollo del suelo asociados con sucesión secundaria en un área originalmente ocupada por bosque mesófilo de montaña.

Instituto de Recursos Naturales, colegio de postgraduados. Montecillo-México. 5-6.

Bertrand, I., R.E. Holloway, R.D. Armstrong & M.J. McLaughlin. 2003. Chemical characteristics of phosphorus in alkaline soils from southern Australia. *Australian Journal of Soil Research*. 41: 61-76.

Brown, S. & A. Lugo. 1982. The storage and production of organic matter in tropical foresta and their role in the global carbon cycle. *Biotropica*. Vol. 14: 161-187.

Buol, S. W. 1994. Environmental consequences: Soils. 211-229. In: Meyer, W.B. y B.L. Turner (eds.). *Changes in land use and land cover: A global perspective*. Cambridge University Press. Cambridge-UK.

Ceccon, E., I. Olmsted & J. Campo. 2002. Vegetación y propiedades del suelo en dos bosques tropicales secos de diferente estado regeneracional en Yucatán, Agrociencia. *Texcoco, México*. 36(005): 621-631.

Chang, Q. R., S.S. An, J. Liu, B. Wang, & Y. Wei. 1999. Study on benefits of recovering vegetation to prevent land deterioration on Loess Plateau. *Journal of Soil Erosion and Soil and Water Conservation*. 5(4): 6-9.

Dixon, R. K., S. Brown, R.A. Houghton, A.M. Solomon, M.C. Trexler & J. Wisniewski. 1994. Carbon pools and -flux of global forest ecosystems. *Science*. 263: 185-190.

Febles, J. M., M.B. Vega, G. Febles, A. Tolón y L. Jerez. 2007. Criterios de selección para determinar valores umbrales de sostenibilidad de los suelos en áreas piloto de la Habana, Cuba. Almería. Presentado en el I Seminario de cooperación y desarrollo en espacios rurales Iberoamericanos. *Sostenibilidad e indicadores*. 16-27.

Feldpausch, T. R., E.C. Rondon, E. Fernandes, S.J. Riha & E. Wandelli. 2004. Carbon and nutrient accumulation in secondary forests regenerating on pastures in central Amazonia. *Ecological Applications*. 14: 164-176.

Fonseca, W., J.M.R. Benayas, & F.E. Alice. 2011. Carbon accumulation in the biomass and soil of different aged secondary forests in the humid tropics of Costa Rica- *Forest Ecology and Management*. Vol. 262: 1400-1408.

- Fu, B. J., J. Wang, L.D. Chen, & Y. Qiu. 2003. The effects of land use on soil moisture variation in the Danangou catchment of the Loess Plateau, China. *Catena*. 54: 197-213.
- Galdo, I. D., J. Six, A. Peressotti, y M.F. Cotrufo. 2003. Assessing the impact of land-use change on soil C sequestration in agricultural soils by means of organic matter fractionation and stable C isotopes. *Glob. Change Biol.* 9: 1204-1213.
- Griscom, H. P. & M.S. Ashton. 2011. Restoration of dry tropical forests in Central America: A review of pattern and process. *Forest Ecology and Management* Vol. 261: 1564-1579.
- Golley, F. 1983. *Descomposición En: tropical rain forest ecosystems: estructura and functions. Ecosystems of the world 14^a.* New York: Elsevier. pp. 117-136.
- Guo, L. B. y R.M. Gifford. 2002. Soil carbon stocks and land use change: a meta-analysis. *Glob. Change Biol.* 8: 345-360.
- Huntington, T. G. y Ryan, D. F. 1995. Whole-tree-harvesting effects on soil nitrogen and carbon. *Forest Ecology and Management*. 31: 193-204.
- Ichikogu, V. I. 2012. Total nitrogen and available phosphorus dynamics in soils regenerating from degraded abandoned rubber plantation in orogun area of the rainforest zone of Southern Nigeria. *Ethiopian Journal of environmental studies and management*. 5 N^o.1.
- Jiao, F., Wen M. Z., y A.S. Shan. 2011. Changes in soil properties across a chronosequence of vegetation restoration on the Loess Plateau of China. *Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi, China. Catena*. 86: 110-116.
- Kauppi, P. E., K. Mielikanen, K. Kuusela. 1992. Biomass and carbon budgets of European forests. *Science*. 256: 70-74.
- Lovich, J. E. y Bainbridge, D., 1999. Anthropogenic degradation of the Southern California Desert ecosystem and prospects for natural recovery and restoration. *Environmental Management*. 24: 309-326.
- Matsumoto, L. S., A. M. Martinesa, M.A. Avanzia, U.B. Albino, C.B. Brasil, D.P. Saridakis, L.G. Rampazo, W. Zangaro & G. Andrade. 2005. Interactions among functional groups in the cycling of, carbon, nitrogen and phosphorus in the rhizosphere of three successional species of tropical woody trees- Brasil, *Applied Soil Ecology*. Vol. 28: 57-65.
- McLaughlin, J. W. & S.A: Phillips. 2006. Soil carbon, nitrogen, and base cation cycling 17 years after whole-tree harvesting in a low-elevation red spruce (*Picea rubens*)-balsam fir (*Abies balsamea*) forested watershed in central Maine, USA. *Forest Ecology and Management*. 222: 234-253.
- Quiroga, A. R., Buschiazzi D. E. y Peinemann N. 1998. Management Discriminant properties in Semiarid Soil. *Soil Science*. 136 (7):1266-1279.
- Resh, S. C., B. Binkley y J. Parrotta. 2002. Greater Soil Carbon Sequestration under Nitrogen-fixing Trees Compared with Eucalyptus Species. *Ecosystems*. Vol. 5: 217-231.
- Ritchie, J. C. y G.W. McCarty. 2003. Using Cesium to understand soil carbon redistribution on agricultural watersheds. *Soil and Tillage Research*. 69: 45-51
- Rivera, J. H., Amaríz, M. F. & W.R. Álvarez. 1986. Plan de uso, manejo y conservación de los suelos del centro experimental Cotové. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Scott, A. J. & J.W. Morgan. 2012. Recovery of soil and vegetation in semi-arid Australian old fields. *Journal of Arid Environments* 76: 61-71.
- Sedjo, R. A. 1992. Temperate forest ecosystems in the global carbon cycle. *Ambio*. 21: 274-277.
- Soto, M. M., A. Arbelaez, G.A. Pérez & L.C. Raciny. 1986. Levantamiento semi - detallado de los suelos de la finca Paysandú. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Stolte, J., V. Van, B.G. Zhang, K.O. Trouwborst, G. Liu, C.J. Ritsema & R. Hessel. 2003. Landuse induced spatial heterogeneity of soil hydraulic properties on the Loess Plateau in China. *Catena*. 54: 59-75.
- Tisdale, S., W. Nelson, J. Beaton & J. Havlin. 1993. *Soil Fertility and fertilizers*, ed: Macmillan Publishing Company. Vol. 10: 364-404.
- Wang, G. L., G.B. Liu y M.X. Xu. 2002. Effect of vegetation restoration on soil nutrient change in Zhifanggou watersheds of loess hilly region. *Bulletin of Soil and Water Conservation*. 22: 1-5.
- Wang, Y., B. Fu, B. Lü. & L. Chen. 2011. Effects of vegetation restoration on soil organic carbon sequestration at multiple scales in semi-arid Loess Plateau, China. *Catena* 85: 58-66.

- Zhang, J. H., S. Z. Liu & X. H. Zhong. 2005. Distribution of soil organic carbon and phosphorus on an eroded hillslope of the rangeland on the northern Tibet Plateau, China. *Eur. J. Soil Sci.* 57: 365-371.
- Zhang, J. H., T. A. Quine, S.J. Ni, & F.L. Ge. 2006. Stocks and dynamics of SOC in relation to soil redistribution by water and tillage erosion. *Glob. Change Biol.* 12: 1834-1841.
- Zou, X. & M. Bashkin. 1997. Soil carbon accretion and earthworm recovery following revegetation in abandoned sugarcane fields - Puerto Rico. *Soil Biol. Biochem.* 30, No. 6: 825-830.

Materia orgánica y textura en la fertilidad de los suelos de San Pedro del Zapallar, Chuquisaca

Organic matter and texture on the soil fertility of San Pedro del Zapallar, Chuquisaca

Jorge Orias^{1*} & Elke Noellemeier²

¹BEISA 3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla Postal 1046, Calle Calvo N°132, Sucre-Bolivia,

²Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de la Pampa (UNLPam), Santa Rosa – Argentina.

* jorge.orias.23@gmail.com

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la relación de la materia orgánica y la textura, para determinar la fertilidad de un suelo en San Pedro del Zapallar. Para evaluar los contenidos de materia orgánica y la textura del suelo se realizó una selección de tres áreas de muestreo, mediante un SIG ambientes (A, B, C), donde se establecieron los puntos de muestreo. Se tomaron muestras de suelos de nueve calicatas y tres sub muestras por calicata. Se determinó que en el ambiente A presenta mejores condiciones de fertilidad con 3.7 % de MO, en los primeros 10 cm. En cambio los suelos del ambiente B tienen 2.2 % de MO, y solo 1.3% de MO el ambiente C, siendo adecuado el contenido de MO, donde los suelos ubicados en los ambientes A presentan mejores condiciones de fertilidad, en relación a los ambientes B y C. Así mismo se concluye que la MO y la textura son los principales indicadores de la calidad del suelo, porque representan y constituyen la parte física de un suelo. Por lo tanto, la influencia de la historia de uso y el manejo, resultaron estar fuertemente relacionados con la fertilidad de un determinado suelo, ya que de ello depende la productividad de un determinado ambiente.

Palabras clave: Manejo del suelo, muestra de suelo, historia de uso del suelo.

Abstract

The present work had the objective of evaluating the relationship between organic material and texture to determine the fertility of soil in San Pedro del Zapallar. To evaluate the content of organic material and the texture of soil, a selection of three sampling areas was realized, through GIS environments (A, B, C), where the sampling points were selected. Soil samples were taken across nine categories with 3 sub-samples per category. It was determined that the A environment showed the best fertility conditions with 3.7% of MO, in the first 10 cm. In contrast, the soils of the B environment have 2.2% of MO, and only 1.3% of MO in the C environment. The soils of the A environment showed an adequate MO content and better fertility conditions in comparison with the B and C environments. It was thus concluded that MO and texture are the principle indicators of soil quality, because these variables constitute the physical part of the soil. In this manner, the influence of the history of soil use and the management, were identified as being strongly correlated with fertility of a specific soil, and on which depends the productivity of a specific environment.

Key words: history of land use, soil management, soil sample.

Introducción

La materia orgánica es un factor clave en el mantenimiento de las funciones del suelo, ya que influye en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo. Sin embargo, cumple funciones esenciales en la estructura y estabilidad del suelo (Tisdall & Oades 1982, Six et al. 2002), determina su fertilidad (Reeves 1997), mejora su capacidad de retención de agua (Hudson 1994) y en su resistencia a la penetración por raíces (Zou 2000), además aumenta su resistencia a la erosión favoreciendo la infiltración del agua (MacRae & Mehuys 1985, Boyle et al. 1989, Pikul y Zuzel 1994), contribuye a evitar la contaminación de los cursos de agua, gracias a su papel de filtro natural (Camps-Arbestain et al. 2004); influye en la actividad enzimática del suelo (Dick 1984) y en la composición de la comunidad microbiana (Grayston & Presscott 2005).

La materia orgánica de los suelos además de proporcionar nutrientes al suelo, también genera una serie de características físicas entre las que se destaca la capacidad de retención de agua, permitiendo que en zonas donde las lluvias son muy espaciadas se puedan mantener los cultivos adecuadamente (Hernando 1988), lo que favorecería a su vez la producción y mantenimiento de los pastizales durante el periodo seco. En este sentido, la materia orgánica tiene que ser vista desde su importancia en la producción agrícola (Borges et al. 2012). Se podría indicar que la cantidad y calidad de la misma depende principalmente de la topografía y el material parental. La degradación de los nutrientes del suelo está relacionada con la pérdida de materia orgánica (Gartzia 2009). Un aspecto muy importante en los sistemas donde la extracción de biomasa arbórea puede disminuir progresivamente la cantidad de nutrientes disponibles en el suelo, sobre todo si los restos de corta no se quedan en las áreas habilitadas (Jhonson & Todd 1998, Olsson et al. 2000).

Chuquisaca se encuentra en una región donde la agricultura es una de las actividades económicas más importantes para los pobladores de las comunidades rurales y es considerada como una de las principales zonas productoras de maní a nivel nacional (Hartwich et al. 2007, IBCE - CANEB 2007), siendo Bolivia uno de los cuatro principales productores de

maní en Sudamérica (IBCE - CNDA 2010). Igual que el maní, Chuquisaca también se destaca en la producción de ají, las principales zonas productoras son Tomina, Hernando Siles, Luis Calvo y Villa Serrano (Rocabado 2001, USAID/Bolivia 2009).

Por esta situación, en Chuquisaca la agricultura practicada en forma tradicional es de vital importancia, caracterizándose por un sistema migratorio de “*roza, tumba y quema*”, que luego de unos años estos espacios se convierten en áreas abandonadas y ocupadas por vegetación espontánea, formando bosques secundarios (Coronado 2010). Entonces la intensificación de la producción agrícola en los diferentes ambientes, podría desencadenar la degradación de los suelos, por el mal uso y manejo de las áreas productivas (Orias 2014).

En consecuencia, podemos relacionar que el efecto de la topografía sobre las propiedades del suelo, asociada a su importancia a lo largo de la historia de uso, y la ubicación de los terrenos de los mismos se convierte en un factor de gran relevancia, para determinar el estado de los suelos. Por consiguiente, la información que podría ser un buen fundamento, para comprender la variabilidad y heterogeneidad de las propiedades intrínsecas de los suelos gira en torno de los conceptos planteados por Jenny (1941), que estipula que las propiedades de un suelo son función de cinco factores formadores (clima, organismos, relieve, material parental y el tiempo), que inciden sobre los procesos pedogenéticos.

En este sentido, se plantean las siguientes preguntas: 1) ¿Podrían los contenidos de materia orgánica modificar las características texturales? 2) ¿La materia orgánica y la textura podrían definir la fertilidad de un suelo? 3) ¿La materia orgánica y la textura son los principales indicadores de la calidad de un suelo? 4) ¿La influencia de la historia de uso y manejo está relacionada con la fertilidad de un determinado suelo?, de donde el objetivo de estudio es “Evaluar la relación de la materia orgánica y la textura para determinar la fertilidad de un suelo en San Pedro del Zapallar”, obteniéndose información de relevancia para elaborar pautas y estrategias de manejo conservacionistas de los suelos agrícolas en Chuquisaca, Bolivia.

Materiales y Métodos

Área de estudio

Los suelos seleccionados para este estudio están localizados en San Pedro del Zapallar, una comunidad que está ubicada dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñao, entre las coordenadas 20°06'36" Latitud sur, 63°26'41" Longitud oeste, en el Cantón Saucos,

Municipio de Monteagudo, Provincia Hernando Siles, del Departamento de Chuquisaca (Fig. 1). La comunidad se encuentra a una distancia de 320 km de la Ciudad de Sucre, limita al este con Huancachi, al oeste con Monteagudo, al norte con los Pinos y al sur con Chuncusla. Tiene una superficie de 3515 has y solo 515 ha son cultivables, presenta una precipitación media anual de 1000 mm y temperatura media anual de 23 °C.

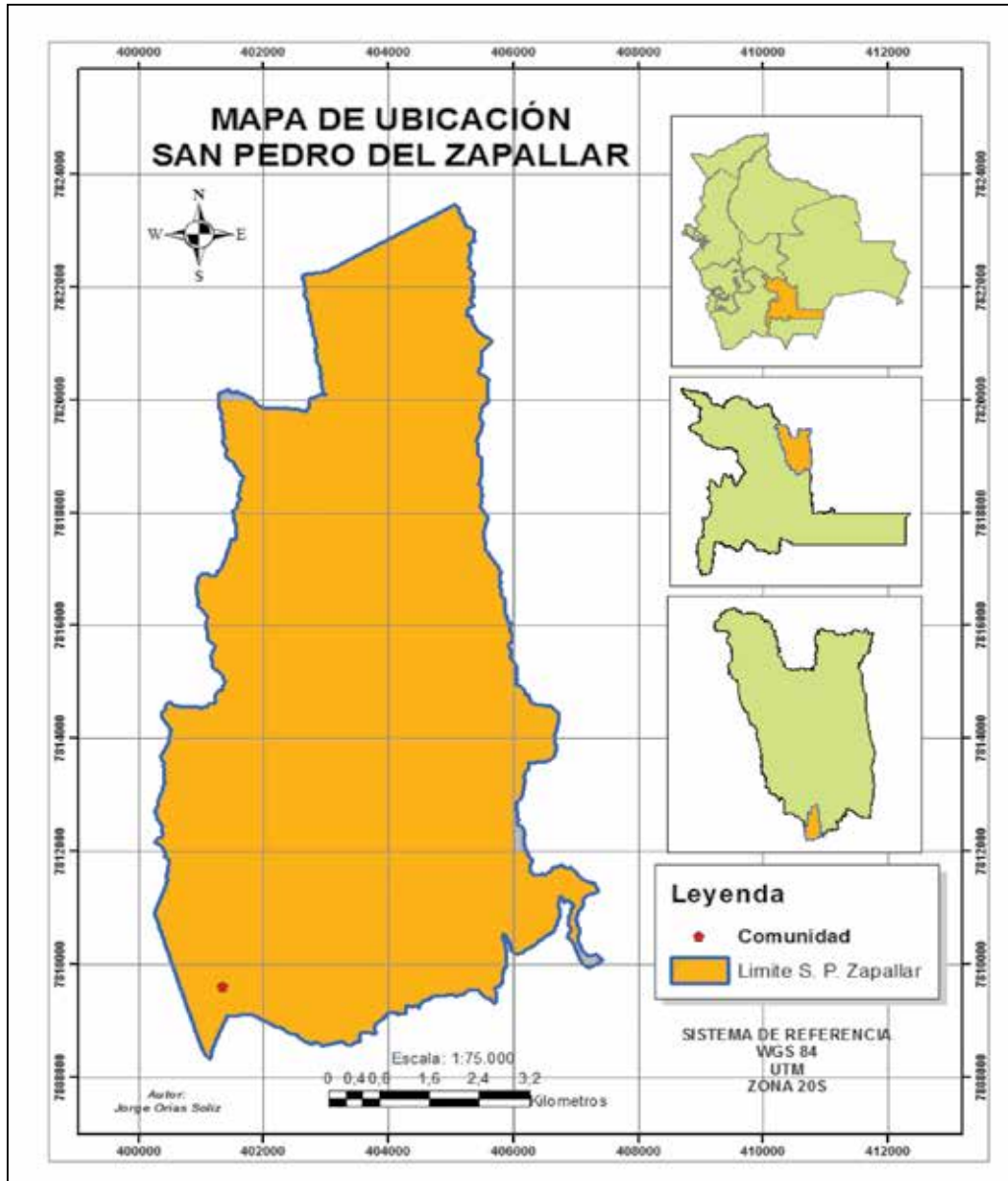


Figura 1. Mapa de ubicación de San Pedro del Zapallar. Municipio Monteagudo.

Diseño experimental

Para determinar los contenidos de materia orgánica y la textura del suelo se realizó una selección *a priori* de tres áreas de muestreo (A, B, y C) mediante un SIG (Sistemas de Información Geográfica), con esta información fue posible verificar y validar la clasificación obtenida en campo, donde se establecieron los puntos de muestreo. Las tres áreas seleccionadas tenían las siguientes características: donde el ambiente A-Planicies al pie de las pendientes, ambiente B-Partes inferiores de las pendientes y el ambiente C-Planicies de inundación de los lechos del río. Se distribuyeron tres puntos por ambiente, donde se realizaron las calicatas con sus respectivos submuestreos.

Muestreo

Para la toma de muestras de suelos, se realizaron nueve calicatas y tres sub muestras por calicata. En cada punto de muestreo se determinaron las características del perfil y cada uno de los horizontes del suelo, la calicata se realizó a una profundidad de 1.20 m o hasta encontrar la tosca o capa freática (Fig. 2 y 3). Cada uno de los horizontes fue descrito y se tomaron muestras con cilindros para densidad aparente. Las sub muestras se tomaron con un barreno a una distancia de 50 m entre sí, a una profundidad de 0-20 cm aproximadamente, según la profundidad de los horizontes del suelo.



Figura 2. Calicata antes de realizar la descripción del perfil, durante el periodo de campo. Ambiente A-Planicies al pie de las pendientes.



Figura 3. Perfil de suelo ambiente A-Planicies al pie de las pendientes, para ser descrito los horizontes, la estructura y textura.

Análisis de datos

Las muestras recolectadas de las calicatas y las muestras compuestas fueron llevadas a laboratorio donde fueron secadas al aire libre y tamizadas por una malla de 2 mm, previo a la realización de los análisis de las propiedades físicas y químicas. Para la determinación de textura se utilizó el método del hidrómetro de Bouyoucos (1962). El pH se midió en solución suelo-agua (2:1) con un electrodo de vidrio. La conductividad eléctrica se determinó en el sobrenadante de la solución usado para determinar el pH, con un conductímetro. El carbono total se determinó por el método de Walkley-Black (Tan 1996). El análisis de los datos de materia orgánica y textura se realizó a través de programa estadístico InfoStat. Los valores se expresan como la media \pm error estándar (E.S.).

Resultados

El ambiente A (Planicies al pie de las pendientes) presenta mejores condiciones de fertilidad, ya que cuenta con 3.7 % de MO, en los primeros 10 cm. En cambio en los suelos del ambiente B (Partes inferiores de las pendientes) se tiene 2.2 % de MO, mientras que en los suelos que conforman el ambiente C (Planicies de inundación de los lechos del río), solo cuenta con 1.3 de MO, en los tres ambientes se puede apreciar la disminución de la materia orgánica en función a la profundidad del perfil (Tabla 1). Mientras que los contenidos de arena, arcilla y limo varían según la profundidad siendo suelos más finos en los primeros 10 cm de profundidad del perfil.

El contenido de MO en cada uno de los ambientes resultó ser adecuado, donde los suelos del ambiente A, presentaron mejores condiciones de fertilidad en

relación a los ambientes B y C. Estos suelos por su ubicación y su textura fina son aptos para todo tipo de cultivos agrícolas y requieren poco cuidado, sobre todo un manejo adecuado. Mientras que el ambiente C, su contenido de MO es bajo, esto debido principalmente a la textura arenosa a franco arenoso, ya que estos suelos son resultado de los aportes fluviales de los lechos de los ríos. Sin embargo, por su ubicación en lugares planos y con un adecuado manejo para la mantención y aumento de MO, estos suelos son considerados como aptos para la agricultura. Por otro lado, están los suelos del ambiente B, con buenos niveles de MO y de textura fina, pero debido a su ubicación en pendientes, estos suelos son considerados como no aptos para la agricultura. Además estos suelos deberían estar bajo un sistema conservacionista con pasturas perennes. En estos suelos se puede apreciar una tendencia, que a mayor profundidad disminuye la cantidad de materia orgánica. Mientras que la textura es mas fina en estos ambientes, favoreciendo a los cultivos, ya que estos suelos no requieren cuidados especiales y

no presentan susceptibilidad a la erosión. Además por su ubicación en lugares casi planos beneficia en la retención de agua (Fig. 4).

En estos suelos la mayor dificultad es su ubicación, ya que estos están en lugares con pendiente, que dificulta la retención del contenido de materia orgánica. Sin embargo, a pesar de sus limitaciones se encuentran niveles adecuados, que van disminuyendo con la profundidad del perfil. En relación a la textura es poco variable ya que estos suelos son más finos a mayor profundidad (Fig. 5).

Los suelos de este ambiente por estar ubicados en los bordes de los ríos, presentan aportes fluviales de los ríos, el contenido de materia orgánica es bajo y por lo general son de textura arenosa. Por lo tanto, estos suelos requieren de cierta atención en lo que refiere al incremento de MO y su mantenimiento en el tiempo (Fig. 6).

Tabla 1. Valores obtenidos en cada uno de los

ambientes A, B y C.

Profundidad	A							B							C									
	10	20	40	60	80	90	120	10	20	30	40	80	100	110	120	10	20	40	60	80	90	100	110	120
MO (%)	3.7	2.0	1.5	0.8	sd	sd	sd	2.2	1.5	0.6	0.7	0.5	sd	sd	sd	1.3	0.3	0.4	sd	sd	sd	sd	sd	sd
Arcilla (%)	5.0	4.1	8.4	10.0	3.9	9.5	12.5	4.3	7.1	7.7	9.8	10.3	12.3	9.6	11.0	3.0	2.4	4.0	5.0	4.0	1.6	4.0	1.6	2.3
Limo (%)	28.8	27.0	26.5	23.5	22.3	20.8	20.9	25.8	24.2	27.3	20.3	20.9	23.8	35.3	20.6	31.1	24.8	13.5	15.8	17.3	0.0	12.3	0.0	9.0
Arena (%)	66.2	68.8	65.0	88.5	73.8	69.7	66.6	70.0	68.8	65.1	69.9	68.8	63.9	55.1	68.4	65.9	72.7	82.5	79.2	78.7	99.1	83.7	99.1	88.7
pH	6.3	5.7	5.8	6.1	5.7	6.9	6.1	5.9	5.6	5.1	5.9	5.5	5.8	5.9	5.2	6.1	6.5	6.4	5.3	5.5	8.4	5.6	6.9	5.8
CE (mS/cm)	0.09	0.07	0.05	0.3	0.12	0.03	0.04	0.06	0.06	0.05	0.02	0.03	0.02	0.02	0.12	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.04	0.02	0.13	0.05

Nota: A = Planicies al pie de las pendientes; B = Partes inferiores de las pendientes; C = Planicies de inundación de los lechos del río.

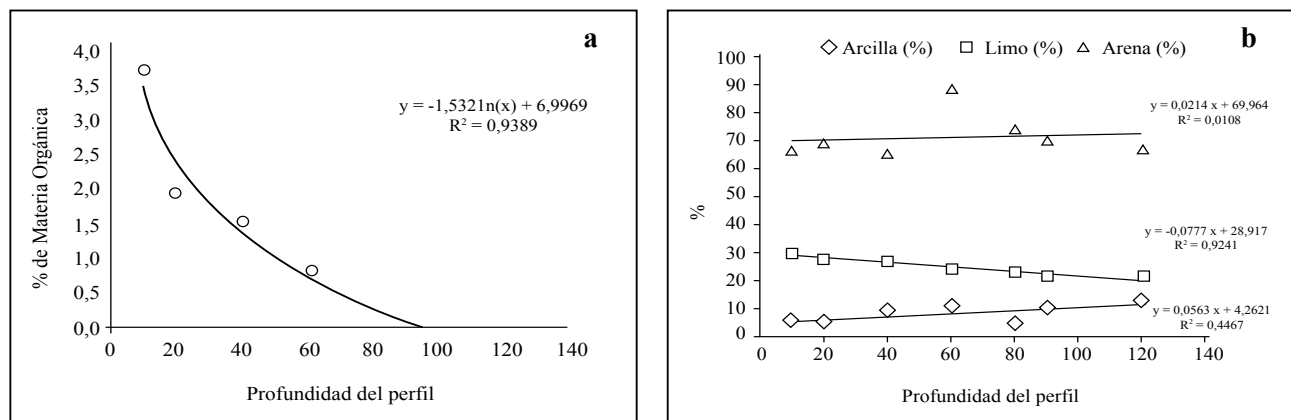


Figura 4. Ambiente A, materia orgánica y textura según la profundidad del suelo.

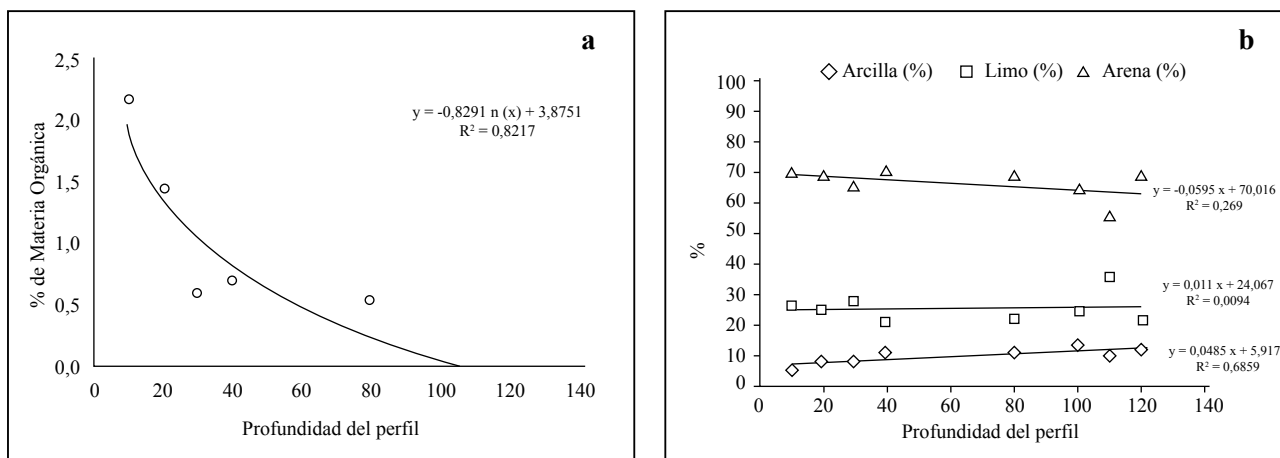


Figura 5. Ambiente B, materia organica y textura según la profundidad del suelo.

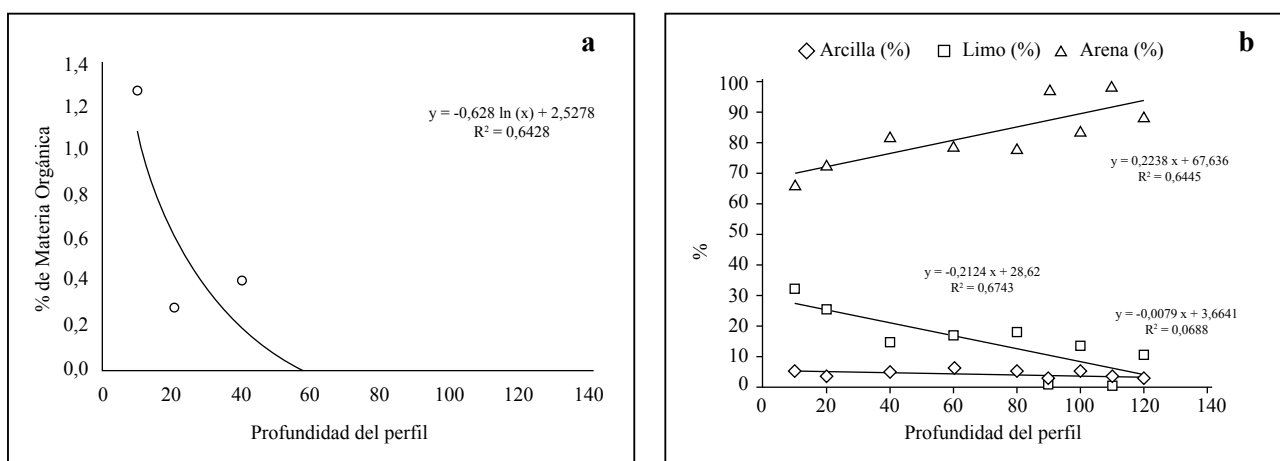


Figura 6. Ambiente C, materia organica y textura según la profundidad del suelo.

Discusión

Según Borges et al. (2012) el contenido de materia orgánica en el suelo es afectada por la textura y el relieve del suelo. La variabilidad de los resultados probablemente se deba a la heterogeneidad de los ambientes y de las propiedades del suelo. En consecuencia podemos afirmar que las características topográficas y el relieve son los principales factores que condicionan los contenidos de las propiedades físicas y químicas de los diferentes ambientes (Orias 2014). Por lo tanto, la fertilidad de los suelos de un determinado ambiente está fuertemente relacionada con la ubicación.

Encontraron que el contenido de MO casi en todas las localidades fue de mediana a alta disponibilidad. Sin embargo, indican que los valores bajos encontrados en relación al contenido de MO, pudiera

reflejar procesos de degradación de los suelos, debido principalmente a un manejo inadecuado del suelo (Borges et al. 2012). Por lo tanto, la presencia de la materia orgánica en el suelo determina la fertilidad, así también la presencia de los microorganismos y la funcionalidad del ciclo de los nutrientes en el suelo. De ello también depende la disponibilidad de los nutrientes para el aprovechamiento de las plantas (Julca-Otiniano et al. 2006). Sin embargo, los suelos ubicados en el ambiente A, son los que tienen mayor contenido de materia orgánica y son de textura más fina que los suelos B y C respectivamente. Por consiguiente, podríamos afirmar que la cantidad de MO en el suelo mejora considerablemente las condiciones físicas de un determinado suelo. Y con el tiempo podrían las características texturales cambiar.

Entre las propiedades físicas del suelo la materia orgánica (MO) es considerada como el más importante indicador de la calidad del suelo. Por consiguiente, la MO es la fracción orgánica del suelo excluyendo residuos vegetales y animales sin descomponer y su importancia radica en la relación que presenta con numerosas propiedades del suelo. Se destaca principalmente como un indicador de la fertilidad de un determinado suelo (García 2004). Dadas las condiciones de fertilidad en un determinado ambiente, predio, área de cultivo, sea cual sea el escenario de acción, el rol que juega tanto la materia orgánica como la textura de un determinado suelo. Siempre será para mejorar las condiciones de fertilidad del suelo, en beneficio de los cultivos. Por lo tanto, a mayor cantidad de materia orgánica y textura más fina se podría dar una adecuada fertilidad. Pero esta situación depende de muchas variables tanto topográficas, de paisaje, climáticos, influencia antrópica, que condicionan a los procesos de funcionalidad de los suelos.

Por consiguiente, la fertilidad de un determinado ambiente está fuertemente relacionada con la historia de uso y manejo. Pero también está relacionada con las condiciones topográficas, el relieve y el paisaje de una determinada región.

Conclusiones

El contenido de materia orgánica condiciona las características de textura de un determinado suelo podría modificarlo con el transcurrir del tiempo, siempre y cuando se den las condiciones.

La materia orgánica y la textura son las principales propiedades que definen la fertilidad del suelo en una primera instancia, sin embargo, la parte química también juega un rol muy importante.

La materia orgánica y la textura son los principales responsables y son considerados como los indicadores de la calidad de un suelo, ya que son estos fáciles de apreciar visualmente, además estas representan y constituyen la parte física de un suelo.

La influencia de la historia de uso y el manejo de un determinado ambiente está fuertemente relacionada con la fertilidad del suelo, ya que de ello depende la productividad de ese ambiente.

Agradecimientos

Mi agradecimiento al proyecto BEISA 3-IASA, dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias (UMRPSFXCH), por el apoyo logístico y moral en la realización de este artículo. Asimismo, agradezco a la Dra. Elke Noellemeyer (UNLPam) por la asesoraría del trabajo de posgrado.

Referencias

- Borges, J. A., M. Barrios, E. Sandoval, Y. Bastardo. & O, Márquez. 2012. Características físico-químicas del suelo y su asociación con macro elementos en áreas destinadas a pastoreo en el Estado Yaracuy. *Bioagro* 24(2): 121-126.
- Boyle, M., W. T. Frankenberger & L. H. Stoltzy, 1989. The influence of organic matter on soil aggregation and water infiltration. *Journal of Prod. Agri.* 2, 290-299.
- Bouyoucos, G. J. 1962. Hydrometer method for making particle size analysis de soils. *Agronomy Journal* 54:464-465.
- Coronado, V. 2010. Riqueza, diversidad, estructura y uso de los bosques mntanos secundarios en la Micro-Cuenca Tartagalito del PN-AMI Serranía del Ñaao (Luís Calvo, Chuquisaca). Tesis de grado. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre, Bolivia. 104.
- Camps-Arbestain, M., I. Martínez de Arano, S. Mendarte, A. Aizpurua & M. Pinto. 2004. Pautas para inducir una acumulación adicional de carbono orgánico en biomasa forestal y en suelos agrícolas y forestales de la CAPV. *Edafología* 11, 52-78.
- Dick, W. A. 1984. Influence of long-term tillage and crop rotation combinations on soil enzyme activities. *Soil Science Society of America Journal* 48, 569-584.
- Gartzia, N. 2009. Estructura y dinámica de la materia orgánica del suelo en ecosistemas forestales templados: de lo particular a lo general. Tesis doctoral, Universidad del País Vasco. 167.
- García, F. 2004. Agricultura sustentable y materia orgánica del suelo: siembra directa, rotaciones y fertilidad. Presentación realizada en el III Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 7.
- Grayston, S. J. & C. E. Prescott. 2005. Microbial communities in the forest floors under four tree

- species in coastal British Columbia. *Soil Biology and Biochemistry* 37, 1157-1167.
- Hartwich, F., T. Arispe & M. Monge. 2007. Innovación en el Cultivo del Maní en Bolivia: Efectos de la Interacción Social y de las Capacidades de Absorción de los Pequeños Productores, International Food Policy Research Institute, Fundación Casa de Agricultura, International Food Policy Research Institute, ISNAR División, 1- 92.
- Hernando, V. 1988. La materia orgánica en la producción vegetal del secano. *Revista del Instituto Pirenaico de Ecología (Galicia)* 4: 949-954.
- Hudson, B. 1994. Soil organic matter and available water capacity. *Journal of Soil and Water Conservation* 49, 189-194.
- IBCE – CANEB. 2007. Potencial Exportador MANÍ - Cacahuete (*Arachis hypogaea*), “Exportar con responsabilidad social, generando empleo”, Instituto Boliviano de Comercio Exterior, Cámara Nacional de Exportación de Bolivia, Publicación mensual – Año 2, junio, N° 14, 3.
- IBCE - CNDA, 2010. Panorama Nacional, Bolivia en cuarto lugar de producción de maní “Exportar con responsabilidad social, generando empleo”, Instituto Boliviano de Comercio Exterior, Cámara Nacional de Despachos de Aduana, Publicación bimestral – Año 5, marzo, N° 40, 6.
- Jenny, H. 1941. *Factors of Soil Formation: a System of Quantitative Pedology*, foreword by Ronald Amundson, Originally published: New York: McGraw-Hill, University of California, ISBN 0-486-68128-9, 1 -191.
- Johnson, D. W. & D. E. Todd. 1998. Harvesting effects on long-term changes in the nutrient pool of mixed oak forest. *Soil Science Society of America Journal* 62, 1725–1735.
- Julca-Otiniano, A., L. Meneses-Florián, R. Blas-Sevillano & S. Bello-Amez. 2006. La materia orgánica, importancia y experiencias de su uso en la agricultura. *IDESA, Chile*. 24, 1. 49–61.
- MacRae, A., G. R. Mehuys., 1985. The effect of green manuring on the physical properties of temperate area soils. *Advances in Soil Science* 3, 71-94.
- Olsson, B. A., H. Lundkvist & H. Staaf. 2000. Nutrient status in needles of norway spruce and Scots pine following harvesting of logging residues. *Plant and Soil* 23, 161-173.
- Orias, J. 2014. Mapeo digital de la aptitud del suelo en San Pedro del Zapallar del PN - ANMI Serranía del Ñaño, Chuquisaca - Bolivia. Tesis de Maestría. Universidad Nacional de la Pampa. Santa Rosa, La Pampa - Argentina. 88.
- Pikul, J. L. & J. F. Zuzel. 1994. Soil crusting and water infiltration affected by long-term tillage and residue management. *Soil Science Society of America Journal* 58, 1524-1530.
- Reeves, D. W. 1997. The role of soil organic matter in maintaining soil quality in continuous cropping systems. *Soil and Tillage Research* 43, 131-167.
- Rocabado, F. 2001. Análisis de la Cadena de Valor Agro-Alimentaria del Ají, FDTA – VALLES Fundación para el Desarrollo de Tecnología Agropecuaria Valles, Proyecto MAPA, Gobierno de Bolivia y USAID/Bolivia en apoyo a la FDTA-Valles, 1– 52.
- Six, J., R.T, Conant, E. A. Paul & K. Paustian. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter: Implications for C-saturation of soils. *Plant and Soil* 241:155-176.
- Tan, K. H. 1996. Sample preparation. In: M. Dekker (Editor). *Soil sampling preparation and analysis*. 17-26. ASA Publishers, Madison, USA.
- Tisdall, J. M. & J. M. Oades. 1982. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal of Soil Science* 33, 141–163.
- USAID/Bolivia. 2009. Acceso al Mercado y Alivio a la Pobreza (Mapa): Programa del Ají, United States Agency International Development (USAID) en Bolivia: 45 años trabajando juntos para vivir mejor, <http://bolivia.usaid.gov>. Consultado 22/06/2013.
- Zou, C., R. Sands, G. Buchan & I. Hudson. 2000. Least limiting water range: A potential indicator of physical quality of forest soils. *Australian Journal of Soil Research* 38, 947-958.

Descripción preliminar de los suelos con cultivos en ladera en agroecosistemas del Subandino de Chuquisaca

Preliminary description of soils on slop cropping systems in agroecosystems the hillside Subandino of Chuquisaca

Vedulia Coronado^{1*} & Jorge Orias¹

¹ Proyecto BEISA 3- Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria (IASA), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Calle Calvo N° 132, Casilla Postal 1046, Sucre – Bolivia.

* vedulia.coronado@gmail.com

Resumen

La investigación se realizó con cultivos en laderas enfocado en la evaluación *in situ* de los suelos en agroecosistemas de seis comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inão, para describir el estado de los suelos, con base en parámetros básicos como el pH. En la metodología utilizada se realizó una entrevista a los agricultores, para conocer su perspectiva de la producción agrícola en suelos en ladera. Se tomaron muestras compuestas de la parte alta, media y baja de la parcela agrícola, con la ayuda de un cilindro de densidad aparente a una profundidad de 0.5 cm. En los resultados se pudo apreciar la similitud en cuanto a condiciones de los suelos en cultivos como el maíz (*Zea mays*) y maní (*Arachis hypogaea*) que se desarrollan mejor en suelos sueltos, profundos bien drenados y ligeramente ácidos. Mientras que el cultivo de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), se desarrollan mejor en suelos arenosos y franco arenosos, con alto contenido de materia orgánica y pH tendiente a neutro. El cambio de pH en los cultivos en ladera mostró diferencias entre comunidades, en Azero Norte vario entre 8.1 a 6.7, San Pedro del Zapallar entre 6.8 a 5.6, Pedernal 7.8 a 5.8, Las Casas 7.8 a 5.4, Qhoyo Orcko de 7.8 a 5.8 y Potrereros 7.3 a 6.6. Por tanto, los resultados indican que las variaciones de pH en los cultivos en ladera fueron importantes y podrían ser utilizados en el manejo de los cultivos en ladera.

Palabras clave: Agricultura migratoria, cambios de pH, fertilidad del suelo.

Abstract

The research was carried out on slopes, with in-situ evaluation of the soils in agroecosystems of six communities of the Serranía del Inão National Park and Managed Integrated Natural Area, to describe the quality of soils with basic parameters and the pH. Farmers were interviewed to understand their perspective and knowledge concerning agricultural production on soils in slope situations. Samples were taken, composed of the high, medium and low parts of the agricultural plot with they help of a density cylinder to a depth of 0.5 cm. The similarity was apparent when in crops such as maize (*Zea mays*) and peanut (*Arachis hypogaea*) which develop better on loose soils, that are deep and well drained and lightly acidic. In contrast, for the pepper crop (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), better development was observed in sandy and loamy-sandy soils, with a high content of organic material and approximately neutral pH. The change of pH in the crops on slopes, showed differences between communities, in Azero Norte this varied between 8.1 to 6.7, San Pedro of Zapallar between 6.8 and 5.6, Pedernal 7.8 to 5.8, Las Casas 7.8 to 5.4, Qhoyu Orkho 7.8 to 5.8 and Potrereros 7.3 to 6.6. The results indicate that variations in pH in the crops were important and could be used in the management of crops on slopes.

Keys words: pH variability, shifting agriculture, soil fertility.

Introducción

La agricultura en ladera es un reto para los agricultores, científicos y agentes gubernamentales, cuya problemática surge de los efectos producidos por la tala para suplir la falta de terrenos fértiles, constituyendo parte de la problemática ambiental de esta región del Subandino. Por la fragilidad de los suelos ubicados en laderas, que no deberían ser cultivados (Pool et al. 2000). Los suelos en ladera se erosionan fácilmente después de su uso con cultivos y amenazan a la productividad futura de estos (Tengberg 1997, Buckles 2011), que asociada a condiciones de una agricultura a secano y las prácticas agrícolas inadecuadas, resulta un alto grado de deterioro de estos suelos, que se refleja en la baja producción agrícola y hasta en la inseguridad alimentaria de la población. En este sentido, las mejoras y el mantenimiento de la fertilidad de estos suelos, garantiza la productividad de un determinado cultivo, ya que depende fundamentalmente de un componente físico, químico y biológico (Vergara-Sánchez et al. 2005).

Es una problemática que se presenta en los ambientes productivos de las comunidades rurales, siendo el reto mantener la calidad de los suelos como un punto muy importante en la sostenibilidad de los suelos tropicales de ladera (Hernández-Hernández et al. 2008). Sin embargo, el mantenimiento cada vez es más crítico, ya que influyen factores ambientales y climáticos en el deterioro de estos suelos ubicados en ladera. Por otro lado, se cuestiona mucho la vocación de uso a largo plazo de la agricultura en ladera (Raymond 2010). Aun así la práctica de la agricultura en ladera no será remplazada o cambiada por otros sistemas, por la simple razón de que las familias de las comunidades rurales y población en general requieren de alimentos.

En el sur de Bolivia esta situación es frecuente, ya que presenta una heterogeneidad en cuanto a las características del paisaje y relieve, que inciden en la degradación de los suelos por erosión hídrica (Stadler-Kaulich 2009). Mientras que en Chuquisaca esta situación es más evidente, y se ve reflejada en las comunidades del Parque nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía el Ñaño, que tiene 2.630,9 Km² de superficie total y aproximadamente 65% de este territorio está conformado por complejos geomorfológicos con pendientes mayores del 15% (ZONISIG 2000, Michel 2011, SERNAP 2011), donde prevalecen paisajes típicos de terrenos en

laderas, que se caracterizan por presentar variaciones topográficas y bioclimáticas (Navarro 2011).

Por consiguiente, el paisaje montañoso de estas comunidades también influye en las características de los suelos, como la heterogeneidad en cuanto a la profundidad de su perfil y su textura (ZONISIG 2000). En estas condiciones de agricultura en general a secano se está dando la intensificación de la producción agrícola, que ha desencadenado en la degradación de los suelos. En especial esta situación es evidente en los suelos ubicados en laderas. Donde estos suelos son los que cada vez se encuentran en mayor peligro de erosión hídrica, debido a características de los suelos, la estructura de los mismos y la pendiente, juegan un papel muy importante en la degradación de los suelos ubicados en ladera.

En consecuencia, se puede inferir que el efecto de la topografía sobre las propiedades intrínsecas de los suelos, asociado a su importancia y la historia de uso, sería un factor de gran relevancia para determinar la variabilidad en la producción de cultivos de ladera. También se enfocan en los indicadores de calidad de los suelos como una alternativa, para conocer el estado de estos (Bastida et al. 2008). A nivel parcela se consideran siete atributos como indicadores de la calidad del suelo como; contenido de carbono orgánico, porcentaje arcilla, porcentaje de cobertura de vegetación, espesor del horizonte, pH, densidad aparente y la estructura del suelo (Eriksen & Ardón 2003). Siendo el pH uno de los indicadores, en los suelos es de gran importancia y utilizado con mucha frecuencia en los índices de calidad de los suelos agrícolas (Bastida et al. 2008, García-Bengoetxea et al. 2009).

Por lo tanto, las comunidades de Azero Norte, San Pedro del Zapallar, Las Casas, Pederal, Potreros Qhoyu Orkho, algunas de las comunidades de área de acción del proyecto BEISA 3, que apoya en la mejora de la producción agrícola, desde distintos enfoques. En este sentido se planteó como objetivo describir los suelos de los cultivos en ladera y los cambios del pH, para contribuir en el desarrollo de un adecuado manejo de los suelos agrícolas en las comunidades asentadas en el PN-ANMI-SI.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en seis comunidades, Azero Norte, San Pedro del Zapallar (Monteagudo), Pedernal, Las Casas (Padilla), Potrereros y Qhoyu Orkho (Villa Serrano) del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Iñao (PN-ANMI SI), que está conformada por los municipios de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano. Se encuentran al noreste del departamento de Chuquisaca. Estas comunidades están ubicadas en las siguientes coordenadas (Tabla 1).

El clima en el PN-ANMI-SE es subhúmedo seco, caracterizándose por presentar las mayores precipitaciones entre 990 a 1200 m de altitud del departamento de Chuquisaca, con la temperatura promedio anual de 20 a 26 °C. Esta zona es una región biogeográfica de mucha importancia, para el departamento de Chuquisaca, donde se encuentran el Bosque de Yungas, Bosque Boliviano - Tucumana, Bosque Chaqueño de Transición y Bosque Chiquitano. Estas comunidades se dedican principalmente a la

agricultura y ganadería, con especies como el maíz, maní, ají, papa, frejol y otros (PCDSMA 2001).

Diseño experimental

Se realizó 10 entrevistas a agricultores de cada una de las comunidades, para conocer la perspectiva de ellos sobre la producción agrícola en suelos de ladera, en la que narraron los problemas de fertilidad y productividad.

Para la selección de áreas de muestreo de suelos se tomó en cuenta la altura, pendiente, exposición y la historia de uso del suelo. Y para determinar el número de muestreos a realizar, se tomó en cuenta un 20% del total del número de parcelas ubicados en pendientes > 10% y hasta 50% (Tabla 2). Entonces de acuerdo a esta clasificación de muestreo se homogenizó a un número de 10 parcelas muestreadas por comunidad.

El área promedio se calculó con base a una digitalización del perímetro de los predios mayores a 10% de pendiente (Google Earth), en cada comunidad. La superficie total de cada comunidad se obtuvo mediante la delimitación de cada comunidad con herramientas de SIG (ArcGis 10.2).

Tabla 1. Ubicación geográfica y rango altitudinal de las comunidades de estudio.

Comunidad	Posición	Altura (msnm)	Coordenadas	
			Longitud (Oeste)	Latitud (Sur)
Azero Norte	Mínimo	930	19° 33' 41,5"	63° 59' 07,7"
	Máximo	1188	19° 33' 23,2"	63° 00' 10,2"
San Pedro del Zapallar	Mínimo	1141	19° 47' 27,5"	63° 56' 28,5"
	Máximo	1207	19° 45' 52,4"	63° 55' 05,1"
Pedernal	Mínimo	1388	19° 24' 20,7"	64° 05' 11,4"
	Máximo	1516	19° 23' 21,3"	64° 05' 18,1"
Las Casas	Mínimo	1456	19° 18' 52,5"	64° 07' 00,9"
	Máximo	1649	19° 18' 37,2"	64° 06' 23,3"
Potrereros	Mínimo	1425	19° 04' 02,9"	64° 05' 57,2"
	Máximo	1760	19° 04' 08,2"	64° 05' 23,8"
Qhoyu Orkho	Mínimo	1511	19° 09' 09,7"	64° 09' 47,1"
	Máximo	1664	19° 10' 23,3"	64° 09' 13,4"

Tabla 2. Tamaño de muestra en relación al total de parcelas con cultivos en ladera en las comunidades de estudio.

Comunidad	Pendiente (%)	Nº de parcelas muestreadas	Nº de parcelas cultivadas en ladera	Superficie total (ha)	Área promedio (ha)	Superficie de parcelas en ladera (ha)
Azero Norte	10 - 50	10	20	4619.36	1.75	34.96
Pedernal	10 - 50	10	25	6938.57	2.24	55.95
San Pedro del Zapallar	10 - 50	10	25	6359.84	2.31	57.65
Qhoyu Orkho	10 - 50	10	14	1469.03	1.53	21.42
Las Casas	10 - 50	10	32	1877.51	1.38	44.03
Potreros	10 - 50	10	50	9869.30	0.90	44.80

Muestreo

Durante la realización de este trabajo para conocer el estado de los suelos en ladera de cada una de las comunidades, se tomó muestras compuestas: la parte alta, media y baja de la parcela agrícola (Fig. 1 y 2), con la ayuda de un cilindro de densidad aparente a una profundidad de 0.5 cm, haciendo un total de 60 muestras. También se realizó dos calicatas por comunidad, con un total de 12 calicatas, esto con la finalidad de conocer la profundidad de estos suelos. Cada una de las muestras fue etiquetada para su respectivo análisis en laboratorio de los parámetros requeridos para el estudio.



Figura 1. Parcela con cultivo de maní en el periodo de cosecha 2014, en la comunidad de Qhoyu Orkho, Municipio Villa Serrano.



Figura 2. Parcela después del primera año de cultivo de maní, con suelo totalmente descubierto y degradado en la comunidad de Potreros, Municipio Villa Serano.

Análisis de laboratorio

Las muestras recolectadas de las calicatas y las muestras compuestas fueron secadas al aire y tamizadas por una malla de 2 mm. El pH actual se midió en solución suelo-agua (2.5:1) con un electrodo de vidrio, este método se utilizó para las 60 muestras, todo estos se realizó en gabinetes de suelos de la USFX-Facultad de Ciencias Agrarias.

Análisis de datos

Los datos se organizaron en una base de datos, cuyos valores se expresaron en tablas y gráficos. Además se analizaron las situaciones de disturbios

o mecanismos de los procesos de producción en las cuales se llevan a cabo las actividades agrícolas en ladera, las observaciones y las descripciones realizadas *in situ*, fueron de utilidad en la discriminación de datos y los análisis del pH en el suelo.

Resultados

Descripción de las técnicas locales de cultivo

Los cultivos principales en las seis comunidades son: maíz, maní y ají, las mismas son cultivadas en ladera, todas presentan una heterogeneidad en cuanto a las condiciones de suelo y relieve. Todas son muy importantes para el agricultor, ya que de ello depende su economía y alimentación. El maíz (*Zea mays*) es uno de los más cultivados en la zona, principalmente destinado a la comercialización y autoconsumo. En los relatos de los agricultores “indican que es uno de los cultivos de fácil manejo y de poca exigencia en cuanto al relieve, suelo y clima”. Sin embargo, se pudo observar *in situ*, que en la mayoría de las parcelas agrícolas están ubicadas en pendientes mayores a 30%.

Por otro lado, el cultivo de maíz aun no presenta problemas de rendimiento, debido a que son cultivadas en barbechos nuevos. Sin embargo, con el pasar de los años estos suelos se agotan y los agricultores habilitan nuevos espacios agrícolas. Así también se puede rescatar algunas prácticas de conservación de suelos que pocos agricultores realizan, tales como rotación y asociación de cultivos.

El cultivo de maní (*Arachis hypogaea*) uno de los más importantes, después del maíz, cuya producción es destinada principalmente para la comercialización y muy poco para el autoconsumo. Generalmente este cultivo se desarrolla mejor en suelos sueltos, profundos bien drenados y ligeramente ácidos. En cuanto a otras características físicas como la pendiente están situadas en pie de monte hasta un 30 % de inclinación aunque en las comunidades de estudio se pudo apreciar que muchos de los agricultores intentan aprovechar todos los espacios de terreno.

Los mejores suelos para el cultivo de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) son arenosos y franco arenosos, presentes en todas las comunidades

dependiendo del sitio y su ubicación. Este cultivo requiere de suelos con alto contenido de materia orgánica y pH tendiente a neutro, aunque puede soportar suelos ligeramente ácidos. El ají es uno de cultivos de menor importancia entre todas las comunidades, debido al tipo de manejo que representa esta principalmente referido al control de plagas y enfermedades. Sin embargo, algunas de los agricultores optan por este producto, como una alternativa económica, por sus buenos precios en el mercado.

Cambios de pH en los cultivos en laderas

Los valores de pH fueron muy variables en todas las comunidades: en Azero Norte vario entre 8.1 a 6.7; en San Pedro del Zapallar entre 6.8 a 5.6; Pedernal 7.8 a 5.8; Las Casas 7.8 a 5.4; Koyo Orko de 7.8 a 5.8 y Potrereros 7.3 a 6.6. Los terrenos en ladera de la comunidad de San Pedro del Zapallar presentan valores más bajos en comparación al resto de las comunidades, mientras que en Azero Norte ocurrió lo contrario, a pesar de la similitud en las condiciones y variaciones climáticas (Fig. 3).

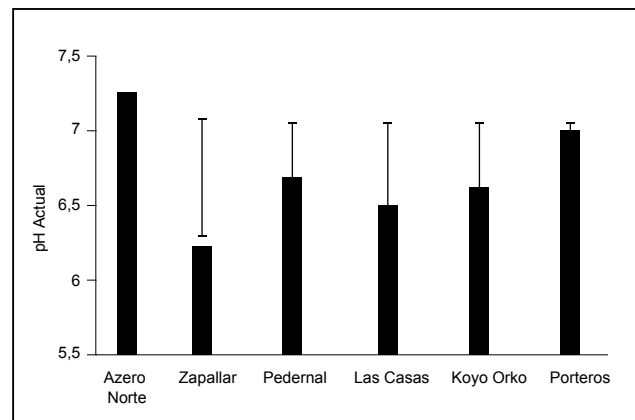


Figura 3. Resumen de medias de acidez y alcalinidad del suelo en seis comunidades.

Las primeras tres comunidades (Tabla 3), presentan suelos profundos superando los 1.20 m, a diferencia de las otras tres, que presentan suelos poco profundos, que en general son menores a 0.50 m de profundidad. Los cambios en los valores de pH, de acuerdo a la profundidad del horizonte, varían según la ubicación de las parcelas, así en Pedernal se puede apreciar los cambios de ligeramente alcalino a ácido y en Azero Norte ocurre lo contrario.

Tabla 3. Cambios de pH del suelo según la profundidad del horizonte de seis comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño.

Comunidades	Ap	Ac	A1	A2	A3	A4	C	C1	C2	C3
Azero Norte	7.6		7.5				7.2	7.2	7.1	
	6.5		7.1	7.4			7.6	7.7	7.7	
San Pedro del Zapallar	5.7		5.6	5.5			5.5	5.5		
	7.1		6.4	6.4			6.5	6.7		
Pedernal	7.7		7	6.3	6	6.2	6.2	6.2	6.3	6.3
	6.1		6.3	6.6			6.4	6.7	7	7.1
Las Casas	5.6	5.6						5.5		
	6.7	6.3						6.4	6.4	
Qhoyu Orkho	5.9	5.7								
	5.9	5.9								
Potreros	7.6	7.5								
	6.6	6								

*Nota: Ap, Ac, A1, A2, A3, A4, C, C1, C2, C3, son los horizontes explorados a distintas profundidades, en cada una de las comunidades.

Discusión

La variabilidad espacial que existe entre comunidades, incluso dentro de cada comunidad de las parcelas con cultivos en laderas, dificulta la interpretación de los resultados en relación al cambio de los valores de pH en el suelo. Además se debe considerar otras variables para contrastar con los cambios de pH presentados en este primer aporte.

Descripción de las técnicas de cultivo

Heid & Cuentas (2006) y Ortiz (2009) hacen referencia e indican que los principales cultivos son el maíz, maní y ají en la provincia de Hernando Siles (región del Chaco) y si bien, estos cultivos se encuentran generalmente en terrenos con pendiente o laderas para el agricultor no representa un obstáculo. Sin embargo, es de importancia remarcar que estos suelos son frágiles y se degradan fácilmente, más aun si se practica el sistema de agricultura migratoria de rosa tumba y quema (Herbas 2011, Coronado & Noellemeyer 2014). Las decisiones sobre el buen manejo de los cultivos en ladera, deben enfocarse en las buenas prácticas agrícolas (BPA's), con la finalidad de conservación de los suelos y el aguas y el manejo integrado de plagas y enfermedades (Claure & Maita 2006). Un aspecto muy importante de destacar es el interés de los agricultores en involucrarse y participar de estos procesos (CIPCA 2008). Esta situación

también se puede apreciar a nivel Latinoamérica, en especial en regiones donde se práctica la agricultura familiar (Gonzales et al. 2003). En particular sobre los cultivos tradicionales de la zona, se puede considerar la mejora de las mismas, siempre y cuando se tomen en cuenta la superficie, pendiente y la fertilidad, basados en indicadores de calidad del suelo (Bastida et al. 2008, Cerón & Riascos 2005).

Cambios de pH en cultivos de ladera

El presente trabajo mostró los efectos del manejo del suelo en una ladera en el pH que se asemejan a lo encontrado por ZONISIG (1997, 2001), y otros datos obtenidos por Orias & Noellemeyer (2014) donde la variación no es significativa (5.9 a 6.2), mientras que en los bosques maduros varían entre 7.2 a 7.4 (Coronado & Noellemeyer 2014). Los resultados obtenidos en las comunidades de Azero Norte y Potreros se aproximan a estos valores e inclusive son más alcalinos.

El efecto local en los valores de pH, podría estar definido por la precipitación, el contenido de materia orgánica y otros elementos en los primeros 0.05 m del suelo (Antonini et al. 2012), sin embargo los efectos sobre la acidez de los suelos superficiales son muy limitados dada su escasa solubilidad (Pavan et al. 1984). Por otra parte, los suelos ligeramente ácidos a ácidos, se deben corregir según las recomendaciones

de Reeve & Sumner (1972), quien menciona que el yeso ($\text{SO}_4\text{Ca}\cdot 2\text{H}_2\text{O}$) en los suelos ácidos está recomendado por sus beneficiosos efectos sobre la estructura y por su acción a favor de la neutralización de los efectos fitotóxicos del Al^{3+} en los horizontes superficiales (Sumner et al. 1986, Sumner & Carter 1988), aunque sus efectos solo son notorios en algunos suelos a largo plazo (Farina et al. 2000) y (Fisher 1969). Los valores de pH en muchos casos son indicadores de la calidad del suelo (Aguilar & López 1992), no obstante es uno de los parámetros considerado móviles y cambiantes (Astier et al. 2002).

Conclusiones

La ocurrencia de las actividades económicas de cada una de las comunidades está fuertemente relacionada con los cultivos principales como el maíz, maní, ají y otros propios de la zona. En cuanto a las variaciones de los valores de pH, se infiere que podrían estar estrechamente relacionados con las características topográficas, relieve y material parental, ya que de ello depende la fertilidad de un determinado suelo. Sin embargo, el seguimiento de los cambios de los valores del pH, implica mediciones multi-temporales en periodos cortos.

La mayoría de las comunidades en estudio practican una agricultura familiar, entonces es donde se debe apuntar con medidas de preservación y conservación de la fertilidad de los suelos, ya que de ello depende el acierto o fracaso de los cultivos, por lo tanto se pueden definir criterios y metodologías para iniciar las buenas prácticas agrícolas (BPA's) que el agricultor adoptaría. Por consiguiente, disminuiría progresivamente los problemas de degradación y desertificación de los suelos ubicados en ladera.

Agradecimientos

Nuestros agradecimientos al proyecto Agroecología: Alivio de la Pobreza en Bolivia (BEISA 3), al Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria (IASA), dependiente de la Facultad de Ciencias Agrarias, por el apoyo económico y logístico durante la ejecución de la consultoría.

Referencias

- Aguilar, A. & R. M. López. 1992. Efecto del encalado sobre el pH, saturación con aluminio y rendimiento de maíz en Andosoles de Naolinca, Veracruz. *Terra* 10: 75-83.
- Antonini, C., F. Arenas, P. Azcarate, A. Bono, R. Fernández, N. Kloster, N. Romano, A. Quiroga & M. Saks. 2012. Manual de fertilidad y evaluación de suelos. EEA Anguil "Ing. Agr. Guillermo Covas" La Pampa-Argentina. Publicación técnica N° 89.
- Astier, C. M., M. Mass-Moreno, & B.J. Etchevers, 2002. Derivación de indicadores de calidad de suelo en el contexto de la agricultura sustentable. *Agrociencia* 36: 605-620.
- Bastida, F., A. Zsolnay, T. Hernández, & C. García. 2008. Past, present and future of soil quality indices: A biological perspective. *Geoderma* 147: 159-171.
- Buckles, D., B. Triomphe, & G. Sain, 2011. Los cultivos de cobertura en la agricultura en laderas. p. 132. <http://web.idrc.ca/openbooks/386-0/>
- Cerón, C. & P. Riascos. 2005. La calidad de suelos de ladera a partir del conocimiento de agricultores de Caldono en el suroeste de Colombia. *Universidad Nacional de Colombia. Agronomía Colombiana*, 23 (1): 143-153.
- CIPCA. 2008. Importancia del maíz nativo en la alimentación de los habitantes de las comunidades indígenas guaraní en el Chaco Boliviano. Documento de trabajo, 57: 12-13.
- Claire, I. & R. Maita, 2006. El cultivo de maíz en la macro región del chaco boliviano. Informe Compendio 2005-2006. Fundación PROINPA. Cochabamba, Bolivia. 59-63.
- Coronado, V. & E. Noellemeyer. 2014. Condiciones de los suelos en una crono-secuencia de bosques mónicos secundarios en la comunidad Zapallar, Chuquisaca – Bolivia. Manuscrito, Universidad Nacional de la Pampa, Facultad de Agronomía, Santa Rosa- La Pampa, Argentina.
- Ericksen, P. J. & M. Ardón, 2003. Similarities and differences between farmer and scientist views on soil quality issues in central Honduras. *Geoderma* 111: 233-248.
- Farina, M. P. & W.P. Channon. 1988. Acid-subsoil amelioration II. Gypsum effects on growth and subsoil chemical properties. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 52:175-180.
- Fisher, T. R. 1969. Crop yield in relation to soil pH as modified by liming acid soils. *Missouri Agric. Exp. Sta. Res. Bull.* 947.
- Gartzia-Bengoetxea, N., A. González-Arias, E. Kandeler & Martínez de Arano, I. 2009. Potential indicators of soil quality in temperate

- forest ecosystems: a case study in the Basque Country. INRA, EDP Sciences, Ann. 1 – 12.
- González-Fernández, P., R. Ordóñez-Fernández, R. Espejo-Serrano & F. Peregrini-Alonso. 2003. Cambios en el pH del perfil de un suelo ácido cultivado y enmendado con diversos materiales para incrementar su fertilidad. Estudios de la Zona no saturada del suelo. Universidad Politécnica, Ciudad Universitaria Madrid. 6: 373-378.
- Heid, C. & D. Cuentas, 2006. Estudio Sobre Desarrollo Agropecuario sostenible en el chaco Boliviano: Problemas, Tendencias, Potenciales y Experiencias. Documento de trabajo, elaborado por: Fundación AGRECOL Andes (www.agrocolandes.org).
- Herbas, G. 2011. Experiencias en siembra directa en el cultivo del maíz en el Chaco Boliviano. 1ra Cumbre Regional del Maíz en el Chaco Boliviano, 132: 22- 24.
- Hernández, R. M., E. Ramírez, I. Castro & S. Cano. 2008. Cambios en indicadores de calidad de suelos de ladera reforestados con pinos (*Pinus caribaea*) y eucaliptos (*Eucalyptus robusta*). Agrociencia 42: 253-266.
- Michel, J. A. 2011. Aspectos físicos de Chuquisaca. En: Pueblos y Plantas de Chuquisaca. BEISA 2. Universidad Mayor Real y Pontificia e San Francisco Xavier de Chuquisaca 3-13.
- Navarro, G. 2011. Aspectos bioclimáticos de Chuquisaca En: Pueblos y Plantas de Chuquisaca. BEISA 2. Universidad Mayor Real y Pontificia e San Francisco Xavier de Chuquisaca 15-23.
- Ortiz, L. 2009. Análisis de la situación sociocultural de maíces nativos del Chaco Boliviano, 65: 23-26.
- Orias, J. & E. Noellemeyer 2014. Mapeo digital de la aptitud del suelo en San Pedro del Zapallar del PN-ANMI Serranía del Iñao, Chuquisaca – Bolivia. Tesis de Magister Scientiae. Universidad Nacional de la Pampa, Facultad de Agronomía, Santa Rosa- La Pampa, Argentina.
- Pavan, M. A., Bingham, F.T. & Pratt, P.F. 1984. Redistribution of Exchangeable Calcium, Magnesium and Aluminum Following Lime or Gypsum Applications to a Brazilian Oxisol. Soil Sci. Soc. Am. J. 48: 33-38.
- Pool, L., A. Trinidad, J.D. Etchevers, J. Pérez & A. Martínez. 2000. Mejoradores de la Fertilidad del Suelo en la Agricultura de Ladera de los Altos de Chiapas, México. Agrociencia 34: 251-259.
- PCDSMA. 2001. Estudio de justificación para la creación del área protegida “Serranía del Iñao”, Documento técnico, Programa de Cooperación Danesa al Sector del Medio Ambiente – PCDSMA, Prefectura del Departamento de Chuquisaca Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Sucre - Bolivia, 261.
- Raymond, P. 2010. Historia del ocaso de un cultivo de ladera: el algodón de la hoya del río Suárez. En Cuadernos Des. Rural. 7 (64): 79-87.
- Reeve, N.G. & M. E. Sumner. 1972. Amelioration of subsoil acidity in Natal Oxisols by leaching surface applied amendments. Agrochimica 4: 1- 6.
- SERNAP. 2011. Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. Plan de manejo del PN y ANMI Serranía del Iñao. 2012 – 2021
- Stadler-Kaulich, N. 2009. Ensayo de agroforestería sucesional en la ladera sur de la cordillera del Tunari del municipio de Vinto, Cochabamba, Bolivia, 2001 – 2009. ECO-SAF Cochabamba, Bolivia. 9. <http://www.ucbca.edu.bo/Publicaciones/revistas/actanova/documentos/v4n1/v4.n1.Stadler.pdf>
- Sumner, M. E., H. Shahandeh, J. Bouton & J. Hammel. 1986. Amelioration of an acid soil profile through deep liming and surface application of gypsum. Soil Sci. Soc. Am. J. 50:1254-1258.
- Sumner, M. E. & E. E. Carter. 1988. Amelioration of subsoil acidity. Commun. In Soil Sci. Plant Anal. 19: 1309-1318.
- Tengberg, A., M. Stocking, S.C. Falci. 1997. The impact of erosion on soil productivity—An experimental design applied in Sao Paulo State, Brazil. Geografiska Annaler. 79: 95-107.
- Vergara-Sánchez, M. A., J. D. Etchevers-Barra & J. Padilla-Cuevas. 2005. La fertilidad de los suelos de ladera de la Sierra Norte de Oaxaca, México. Agrociencia 39: 259-266.
- ZONISIG. 1997. Zonificación agroecológica y socioeconómico de la subregión iv. Monteagudo. Sucre, Bolivia. La Paz.
- ZONISIG. 2001. Zonificación agroecológica y socioeconómico del Departamento de Chuquisaca. Prefectura del Dept. Chuquisaca, Sierpe Publicaciones, La Paz.

Análisis de indicadores económicos del control de plagas y enfermedades en variedades nativas de maní (*Arachis hypogaea*) en Monteagudo, Chuquisaca

Analysis of economic indicators of pest and diseases in native varieties of peanut (*Arachis hypogaea*) in Chuquisaca Monteagudo

**Marina Villalba León¹, Heriberto Reynoso², Ariel Céspedes², Julio Cesar Ramirez^{2*}
& Próspero Guzmán²**

¹Carrera de Licenciatura en Administración Agropecuaria. Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Facultad de Ciencias Agrarias. Monteagudo - Chuquisaca.

²Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre - Bolivia.

*j.cesar_0903@hotmail.com

Resumen

Este trabajo se realizó entre diciembre del 2012 hasta abril del 2013, con el objetivo de evaluar la siembra de 10 ecotipos y variedades de maní en la comunidad de San Pedro de Zapallar en Monteagudo, Chuquisaca. Los ecotipos de maní fueron *Colorado del Villar*, *Coloradito*, *Colorado de Iboperenda*, *Colorado Bartolo*, *Overo Baycua*, *Overo de Atirimbia*, *Overo Guarayo*, y las variedades *Overo Bola* y *Overo Guaraní 2010*, *Colorado Iboperenda* y *Bayo Gigante*. Se aplicaron cuatro métodos de control de insectos plaga: control orgánico (resultado de la mezcla de cebolla y ajo), control con bioinsecticidas (Tricodan, Probione, Probiomet y Biosulfocal), control químico (Ramcaf, Nurelle y Lorsban) y control testigo (sin control). Se evaluó el nivel de daño económico (NDE) y su relación con los costos de producción por hectárea. Estos resultados muestran que la aplicación de insecticidas químicos son más efectivos en el control de insectos plaga que más dañan a este cultivo, pero comparativamente la aplicación de bioinsecticidas en los ecotipos y variedades de maní también reportó menor daño económico, siendo que los valores de rendimiento se equiparan con los rendimientos del control con productos químicos.

Palabras clave: Bioinsecticidas, costos de producción, ecotipos, insectos, nivel de daño económico, Zapallar.

Abstract

This work was carried out between December 2012 through April 2013, with the objective of evaluating the sowing of 10 ecotypes and varieties of peanut in the community of San Pedro de Zapallar in Monteagudo, Chuquisaca. The ecotypes of peanut were: *Colorado del Villar*, *Coloradito*, *Colorado de Iboperenda*, *Colorado Bartolo*, *Overo Baycua*, *Overo de Atirimbia*, *Overo Guarayo*, and the varieties were: *Overo Bola*, *Overo Guaraní 2010*, *Colorado Iboperenda* and *Bayo Gigante*. Four control methods for insect pests were applied: organic control (mix of onion and garlic), bioinsecticide (Tricodan, Probione, Biosulfocal), chemical control (Ramcaf, Nurelle, and Lorsban), and a test control (no control). The grade of economic damage was evaluated (NDE) and its relation with the costs of production by hectare. These results show that the application of chemical insecticides are the most effective in the control of insect pests that cause the most damage to this crop, however application of bioinsecticides in ecotypes and varieties of peanut also showed less economic damage, with the yield values being equivalent to yields where there was application of chemical control.

Key words: Bioinsecticides, ecotypes, insects, level of economic damage, production cost, Zapallar.

Introducción

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es una planta oleaginosa originaria de América del Sur (Krapovickas & Gregory 2006). Es considerado como un importante cultivo alimentario y comercial para los agricultores de escasos recursos. A nivel mundial el maní representa el 1% de la superficie cultivada (Leff et al. 2004) y su producción es de 36.45 millones de toneladas y con un rendimiento medio 1 520 kg/ha en 2009 (FAOSTAT 2013).

En Bolivia se estima que la superficie cultivada de maní representa apenas 1.15% del total de la superficie cultivada de productos industriales, y un 0.55% del total de la superficie cultivada en el país (FSP 2003). Los volúmenes de producción alcanzados a nivel nacional son relativamente bajos y poco competitivos con respecto a los registrados en otros países. El rendimiento promedio nacional registrado en los últimos cinco años es estable, alrededor de 1 138 Kg/ha (Hartwich et al. 2007).

Entre los principales departamentos productores de maní en Bolivia, esta Chuquisaca con un 38% del total de la producción nacional. En el departamento las regiones productoras más importantes son los municipios Villa Vaca Guzmán (Muyupampa), Padilla, Villa Serrano y Monteagudo, que concentran el 82% de la producción del departamento.

La producción de maní, considerado cultivo de importancia económica para las regiones del Chaco Chuquisaqueño, presentan factores negativos referidos al ataque de plagas y enfermedades, que impiden mejorar los rendimientos. Las principales plagas que afectan el cultivo del maní son insectos defoliadores, picadores y ácaros, algunas plagas son ampliamente distribuidas y tienen un impacto económico, mientras que otros están restringidos en su distribución (Ghewande & Nandagopal 1997).

Las técnicas convencionales para el control de plagas, generalmente son agroquímicos que si bien contribuyen a mejorar los rendimientos. Se presenta también como un problema económico en las labores culturales de manejo del cultivo de maní, ya que no existe una evaluación de la sostenibilidad económica para el productor en el tiempo. Por ello, es necesario

aplicar técnicas de prevención y plantear propuestas de producción agroecológica que optimicen el uso de los recursos económicos en el control de plagas y enfermedades del maní.

El trabajo de investigación realizado pretendió dar respuesta sobre la incidencia poblacional de plagas y enfermedades en el rendimiento, los métodos más adecuados para el control de plagas y enfermedades, tales como el orgánico sin control, el químico y el biológico sin control, finalmente si las plagas y enfermedades son los que limitan el rendimiento del cultivo de maní.

Materiales y Métodos

El trabajo de investigación se desarrolló en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-ANMI) Serranía del Iñaño, es un área protegida de gran importancia para el departamento de Chuquisaca por su extensión y su biodiversidad. La zona del parque nacional tiene una superficie de 901.24 km² y el área natural de manejo integrado con 1 736.22 km².

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la comunidad San Pedro del Zapallar, a cinco km de la localidad de Monteagudo y a 315 km de la ciudad de Sucre. Esta se ubica geográficamente entre las coordenadas 19°47'30" latitud sur y 64°09'15" longitud oeste a una altitud entre 1 100 a 1 500 m.

Diseño experimental

Para la investigación se utilizó una parcela experimental de 840 m², donde el tamaño de la unidad experimental fue de 14 m², en un experimento factorial utilizando insecticidas orgánicos y químicos: 1.- control testigo (Sin control), 2.- control orgánico (12 ajos y 4 cebolla preparados en 4 botellas de 2 litros), 3.- bioinsecticidas (Probione + Tricodam + Biosulfocal preparados con 2 esponjas en 20litros de agua) y 4.- control químico (Lors ban 48E + Clorpirifos: sintético, Nurelle + Cipermetrina: contacto y sintético), solo con una repetición. Las variedades y ecotipos de maní en un Diseño de Bloques al Azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones con un total de 40 unidades experimentales. Los nombres de las variedades y ecotipos de maní se detallan en la Figura 1.

REP. 1 TRAT. 1 SIN CONTROL									
1	5	2	3	7	9	10	6	8	4
Overo Atirimbía	Overo Guarani 2010	Overo Baycua	Bayo Gigante	Colorado del Villar	Coloradito	Overo Gurayo	Colorado de Bartolo	Colorado de Iboperenda	Overo Bola
REP. 2 TRAT. 2 CONTROL ORGÁNICO									
10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
Overo Gurayo	Coloradito	Colorado de Iboperenda	Colorado del Villar	Colorado de Bartolo	Overo Guarani 2010	Overo Bola	Bayo Gigante	Overo Baycua	Overo Atirimbía
REP. 3 TRAT. 3 CONTROL BIOLÓGICO									
9	2	5	10	3	1	6	4	7	8
Coloradito	Overo Baycua	Overo Guarani 2010	Overo Gurayo	Bayo Gigante	Overo Atirimbía	Colorado de Bartolo	Overo Bola	Colorado del Villar	Colorado de Iboperenda
REP. 4 TRAT. 4 CONTROL QUÍMICO									
3	7	9	10	4	2	5	1	8	6
Bayo Gigante	Colorado del Villar	Coloradito	Overo Gurayo	Overo Bola	Overo Baycua	Overo Guarani 2010	Overo Atirimbía	Colorado de Iboperenda	Colorado de Bartolo

Figura 1. Disposición de las unidades experimentales con los tratamientos en la parcela experimental.

Se utilizó el nivel de daño económico (NDE) que es un parámetro de decisión para efectuar un combate económicamente eficiente de la plaga (Moreno et al. 2002). El NDE se ha utilizado como un valor teórico que, si realmente llega a ser alcanzado por una población de plagas, resultará en daño económico, ya que es una medida para evaluar el estatus destructivo y el potencial de una población de plagas (Pedigo 2007). Se aplicó la siguiente fórmula de Norton (1976):

$$NDE = C / PDK \quad (1)$$

Dónde: C = costo del control (\$/ha), P = precio de la cosecha (\$/t), D = pérdida de la producción asociada a una unidad de plaga ([t/ha]/insecto), y K = reducción en el nivel de plaga por la acción del combate, o efectividad del método de combate (porcentaje convertido a proporción).

Las variables agronómicas que se evaluaron fueron: el rendimiento del grano, el análisis económico que incluye los rendimientos promedios ajustados de los tratamientos evaluados. Así mismo, se incorporó dentro de esta estructura el ingreso bruto y los costos totales de producción de cada uno de los tratamientos seleccionados para su análisis, para determinar la rentabilidad económica de los tratamientos.

Resultados

Evaluación de costos de producción, ingresos y beneficios para 10 ecotipos y variedades de mani

El tratamiento sin control, demostró un mejor beneficio neto en el ecotipo *Coloradito*, con 32 894 Bs/ha, seguido de *Colorado de Bartolo*, con 32 853 Bs/ha y el *Overo Bola* con 31 745 Bs/ha y el que tuvo menores beneficios fue el *Colorado del Villar* con 9 122 Bs/ha. En cambio el método de control orgánico, fue eficiente a partir del beneficio neto, como muestra los resultados de los siguientes: *Overo Bola* con 22 294.70 Bs/ha, seguido por el *Overo Guarani 2010* con 19 232.90 Bs/ha y el *Colorado del Villar* con 18 963.80 Bs/ha y con menores beneficios netos fue el *Overo Atirimbía* con 4 994 Bs/ha (Tabla 1).

En el tratamiento con bioinsecticidas, se obtuvo el mejor beneficio neto en el *Overo Atirimbía*, con 39 465.20 Bs/ha, seguido por *Overo Bola*, con 37 330.90 Bs/ha, luego el *Colorado de Bartolo*, con 33 123.80 Bs/ha, y el que tuvo menores beneficios fue el *Colorado del Villar* con 4 720.10 Bs/ha; y el tratamiento con control químico, el mejor beneficio neto, fue el *Overo Atirimbía*, con 39 128.70 Bs/ha, seguido por el *Colorado de Bartolo*, con

34 838.70 Bs/ha, luego el *Overo Bola* con 33 082.70 Bs/ha, y el que tuvo menores beneficios fue el *Colorado del Villar* con 12 546.30 Bs/ha (Tabla 1).

Una vez determinado los costos de producción en cada uno de los ecotipos y variedades de maní en estudio que obtuvieron mayor producción y los

mejores beneficios netos en Bs/ha, se observa en la Tabla 1 el mejor beneficio neto se logró con el ecotipo *Overo Atirimbia* con el uso de bioinsecticidas con un valor de 39 465.20 Bs/ha, y el menor beneficio se presenta en el *Colorado del Villar* con bioinsecticidas, con un valor de 4 720.10 Bs/ha.

Tabla 1. Resumen de los costos más elevados y los mejores beneficios netos de los ecotipos y variedades de maní.

	Beneficios Netos (Bs/ha)			
	Sin Control	Control Orgánico	Bioinsecticidas	Control Químico
T-1 = Overo Atirimbia	15 652.00	4 994.00	<u>39 465.20</u>	<u>39 128.70</u>
T-2 = Overo Baycua	19 328.00	14 477.80	9 422.50	28 110.20
T-3 = Bayo Gigante	16 670.00	16 169.90	9 357.80	13 281.60
T-4 = Overo Bola	<u>31 745.00</u>	<u>22 944.70</u>	<u>37 330.90</u>	<u>33 082.70</u>
T-5 = Overo Guarani 2010	15 425.00	<u>19 232.90</u>	21 618.80	23 446.80
T-6 = Colorado de Bartolo	<u>32 853.00</u>	11 522.60	<u>33 123.80</u>	<u>34 838.70</u>
T-7 = Colorado del Villar	<u>9 122.00</u>	<u>18 963.80</u>	<u>4 720.10</u>	<u>12 546.30</u>
T-8 = Colorado Iboperenda	14 210.00	17 103.50	21 466.70	12 889.50
T-9 = Coloradito	<u>32 894.00</u>	15 361.20	19 685.40	26 107.60
T-10 = Overo Guarayo	30 157.00	9 927.50	20 062.70	20 330.70

Nivel de daño económico

Los resultados muestran que el rendimiento es diferente en cada uno de los tratamientos. En el tratamiento sin control, se obtuvo que los mayores rendimientos lo obtuvieron los ecotipos *Colorado de Bartolo* (109.69 qq/ha), *Coloradito* (109.58 qq/ha), y el *Overo Baycua* (107.20 qq/ha). Aplicando el control orgánico de las variedades *Overo Bola* se cosecho (82.76 qq/ha), siendo este el mayor rendimiento, posteriormente los maníes *Overo Guarani 2010* (71.51 qq/ha), y el *Colorado del Villar* (70.75 qq/ha) fueron los segundos mejores rendimientos.

El rendimiento en el tratamiento con bioinsecticidas fue diferente, obteniéndose el mayor rendimiento en el *Overo de Atirimbia* (132.09 qq/ha), seguido del *Overo Bola* (126.68 qq/ha) y el *Colorado de Bartolo* (114.02 qq/ha), los demás están debajo de estos valores. Con el Control Químico, el mayor rendimiento fue en el *Overo de Atirimbia* (130.03 qq/ha), seguido del *Colorado de Bartolo* (117.81 qq/ha) y el *Overo Bola* (113.48 qq/ha), y el resto se encuentran por debajo de estos valores (Fig. 2).

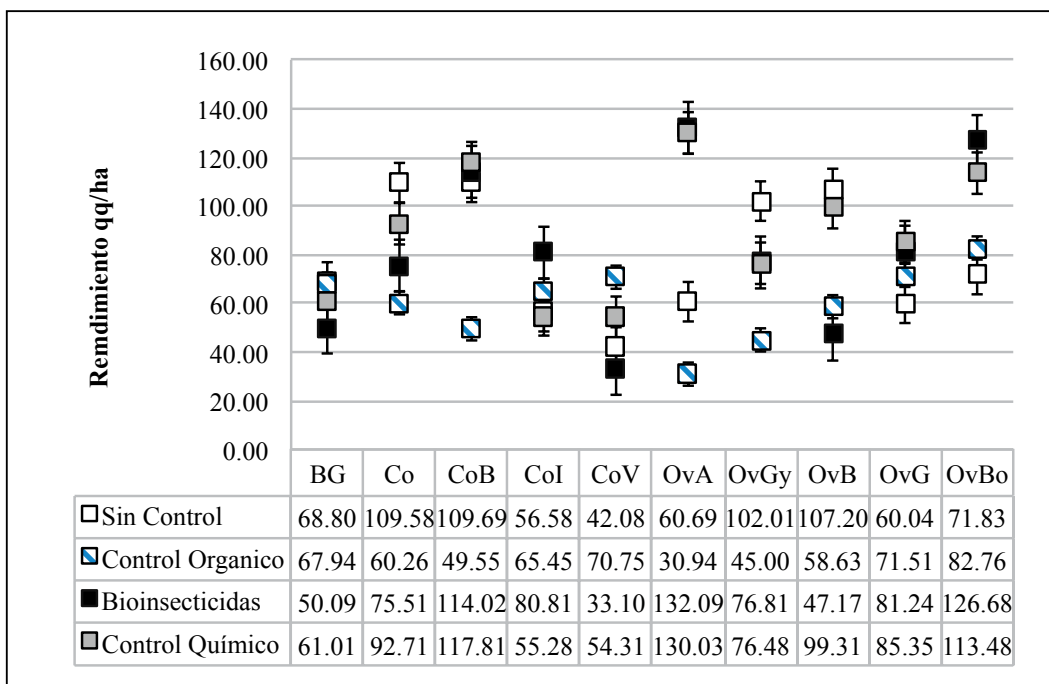


Figura 2. Rendimiento en quintales por hectárea a partir de los cuatro tratamientos. BG: *Bayo Gigante*, Co: *Coloradito*, CoB: *Colorado Bartolo*, CoI: *Colorado de Iboperenda*, CoV: *Colorado del Villar*, OvA: *Overo Atirimbia*, OvGy: *Overo Guarayo*, OvB: *Overo Baycua*, OvG: *Overo Guarani 2010* y OvBo: *Overo Bola*.

Con base en el análisis del nivel de daño económico (Fig. 3), en el tratamiento sin control, se obtuvieron valores altos en el *Overo Guarayo* con 1 084.7 insectos/ha, seguido del *Overo Baycua* con 1 069.5 insectos/ha, y el *Colorado de Bartolo* con 868.3 insectos/ha, el resto están por debajo de estos valores. En el tratamiento con control orgánico el mayor daño económico fue dado en el *Overo Guarani 2010* con 598.7 insectos/ha, seguido del *Bayo Gigante* con 367.5 insectos/ha y *Overo Guarayo* con 215.3 insectos/ha, y el menor daño económico fue en el *Overo de Atirimbia* con 26.75 insectos/ha. En cambio el nivel de daño económico para el tratamiento con bioinsecticidas, muestra que el mayor daño económico fue en el *Overo de Atirimbia* con 301.00 insectos/ha, seguido por el *Colorado de Bartolo* con 205.7 insectos/ha, el *Overo Bola* con 145.5 insectos/ha y el *Coloradito* con 141.8 insectos/ha, siguiendo con el descenso del nivel del daño del resto. El nivel de daño económico para el tratamiento con químicos, muestra que el mayor valor fue en el

Overo Atirimbia con 33.1 insectos/ha, seguido por el *Colorado de Bartolo* con 22.2 insectos/ha, el *Overo Guarayo* con 19.2 insectos/ha, y el menor daño lo tuvo el *Colorado del Villar* con 4.4 insectos/ha.

Relación entre NDE y Costo de Producción

Los costos de producción en la mayoría de los ecotipos y variedades de maní que fue mayor usando bioinsecticidas los cuales alcanzan valores de 7 133 Bs/hectárea. Luego está el control químico, el cual oscila entre 6 748 a 6 434 Bs/hectárea (Fig. 4). Con estos tratamientos el NDE posee valores bajos (4.4 a 19.2 insectos/hectáreas). En cambio en los ecotipos *Overo Baycua*, *Colorado Bartolo* y *Overo Guarayo*, alcanzaron los valores más altos, por la incidencia de menor número de insectos (> 140 insectos/ha). Sin embargo, en todo caso el control químico fue el que presenta bajos costos de producción y también niveles bajos de NDE.

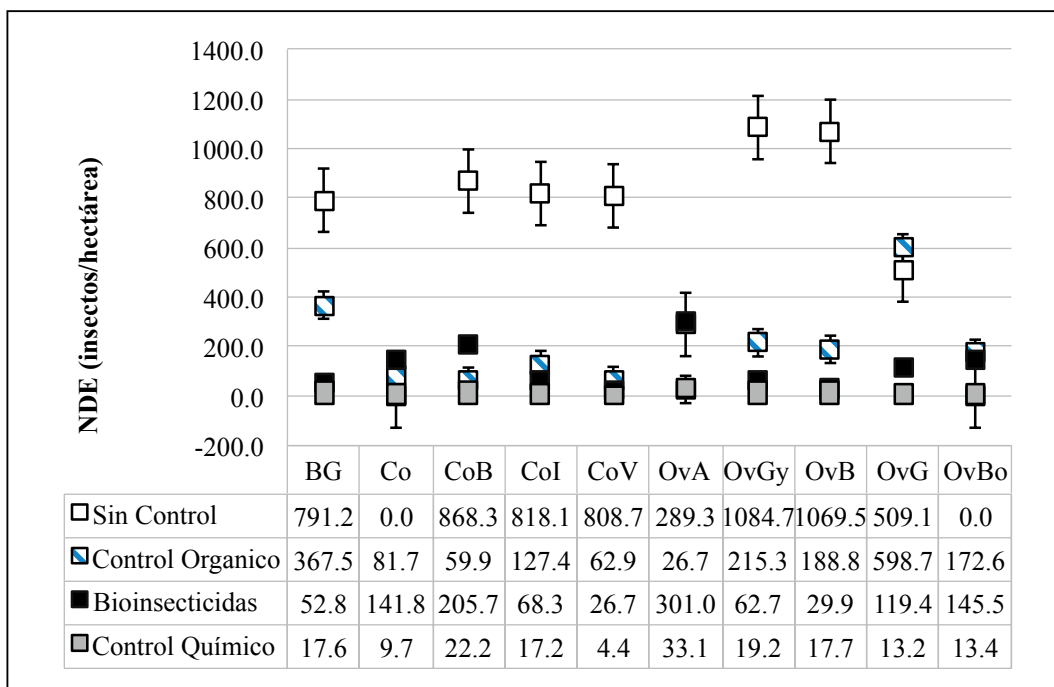


Figura 3. Variación del nivel de daño económico (insectos/hectárea) a partir de los cuatro tratamientos. BG: *Bayo Gigante*, Co: *Coloradito*, CoB: *Colorado Bartolo*, CoI: *Colorado de Iboperenda*, CoV: *Colorado del Villar*, OvA: *Overo Atirimbia*, OvGy: *Overo Guarayo*, OvB: *Overo Baycua*, OvG: *Overo Guarani 2010* y OvBo: *Overo Bola*.

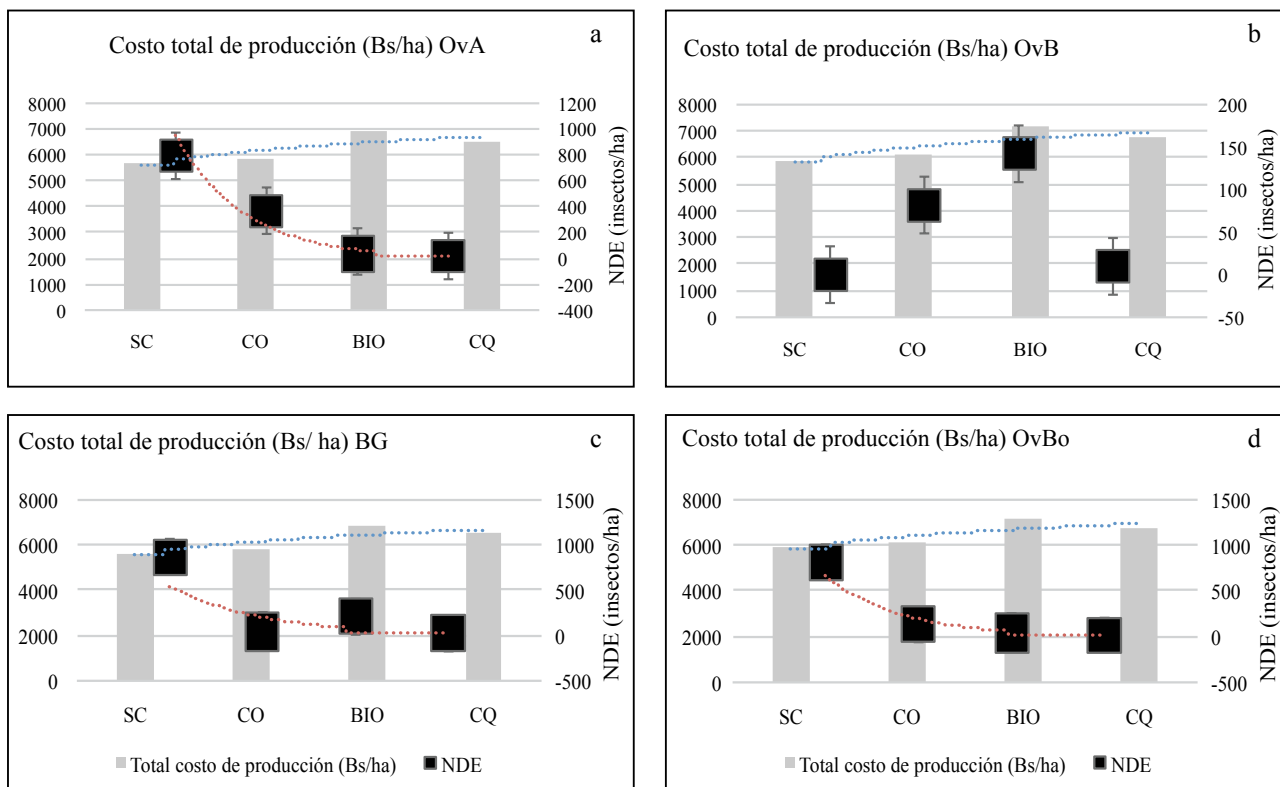


Figura 4. Relación entre el costo total de producción y el NDE, para cada ecotipo y variedad: a) *Overo Atirimbia*, b) *Overo Baycua*, c) *Bayo Gigante*, d) *Overo Bola*, e) *Overo Guarani*, f) *Colorado Bartolo*, g) *Colorado del Villar*, h) *Colorado de Iboperenda*, i) *Coloradito*, j) *Overo Guarayo*.

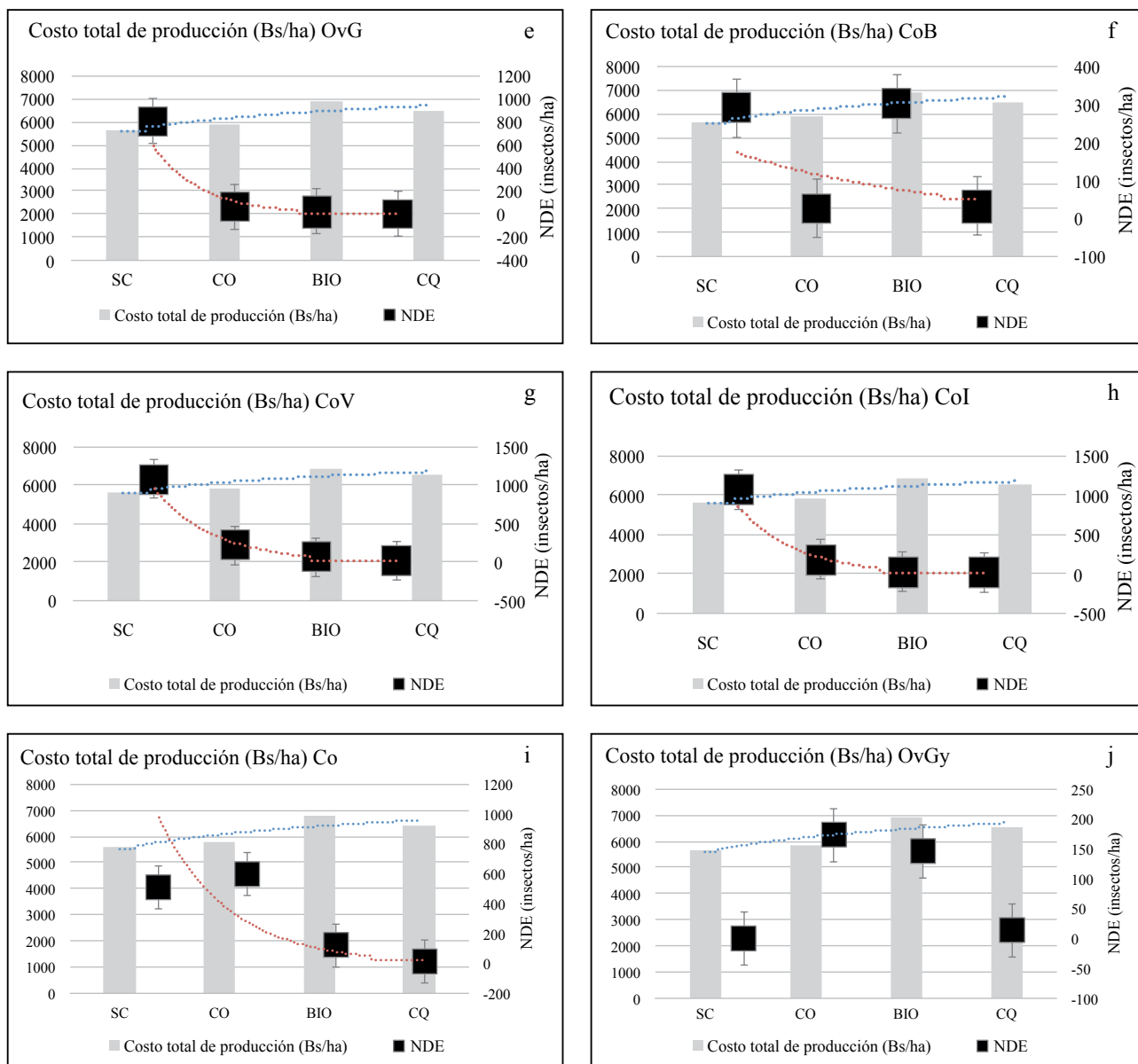


Figura 4. Relación entre el costo total de producción y el NDE, para cada ecotipo y variedad: a) *Overo Atirimbia*, b) *Overo Baycua*, c) *Bayo Gigante*, d) *Overo Bola*, e) *Overo Guarani*, f) *Colorado Bartolo*, g) *Colorado del Villar*, h) *Colorado de Iboperenda*, i) *Coloradito*, j) *Overo Guarayo*.

Discusión

El nivel de daño económico en evaluaciones de la viruela del maní, según los trabajos de March et al. (2011), muestran la eficiencia de un fungicida y su potencial de rendimiento, donde la severidad final de la viruela fue de 98% sin control, y los resultados obtenidos con el control, fue de 1.5% con el uso eficiente y oportuno de químicos. En tal sentido este mismo patrón se observó aplicando bioinsecticidas y control químico, donde el beneficio neto y rendimiento fueron altos para algunos ecotipos. No obstante, el

tratamiento sin control alcanzó valores superiores en beneficio neto y rendimiento, esto se debe a que por la cercanía entre las unidades experimentales en campo hubo una posible interacción con los tratamientos cercanos, que influenciaron en el control de plagas.

Según los costos de producción del observatorio agroambiental (2013), los reportes de referencia muestran valores de 10 290.42 Bs/ha. Utilizando los diferentes tratamientos de bioinsecticidas y control químico en este experimento, se pudo determinar valores más bajos, los cuales varían entre

7 130 a 6 400 Bs/ha. Los periodos de utilización de las técnicas de control y otros gastos, fueron eficientes para minimizar los costos de producción.

Conclusiones

El uso de productos orgánicos para el control de plagas y enfermedades no fue eficiente como técnica, pero la aplicación de bioinsecticidas llega a ser una importante herramienta que incrementa el beneficio neto y rendimiento muy similar a la alternativa uso de control químico.

Bajo las condiciones estudiadas, se recomienda utilizar bioinsecticidas combinadas con el control químico, debido a que económicamente presenta el mayor rendimiento y la mejor recuperación de tasa marginal de retorno al capital; como una recomendación preliminar de uso preventivo de ataque de enfermedades y plagas en la zona.

Agradecimientos

Se agradece al equipo técnico del proyecto BEISA 3, por el apoyo brindado en el trabajo de investigación, y por la colaboración permanentemente directa e indirectamente en el proceso de investigación. Agradecer también a las autoridades, docentes de la Unidad Académica de Monteagudo de la Facultad de Ciencias Agrarias que apoyaron incondicionalmente en la investigación.

Referencias

Allender, J. 1986. Educational research: A personal and social Process. Review of educational, v. 56, 2. 173-193.

Cohen, L. & L. Manion, 2002. Métodos de investigación educativa. Madrid: La Muralla.

FAOSTAT. 2013. FAO Statistical Yearbook 2013: World Food and Agriculture. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia.

FDTA – Valles. 2010. Manual Cultivo de Maní-Bolivia. Cochabamba-Bolivia. pp: 39 - 46.

Fundación Simón I. Patiño (FSP). 2003. Leguminosas de Bolivia. Bolivia Ecológica No. 30. Fundación Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia.

Ghewande, M. P. & V. Nandagopal. 1997. Integrated pest management in groundnut

(*Arachishypogaea* L.) in India. Integrated Pest Management Reviews, 2(1):1-15.

Gurni, A. 2008. Cátedra FÁrmacobotánica, Agro Sciences. Control residual de malezas desde la Siembra hasta la cosecha, Santa Cruz. Bolivia.

Hartiweh, F., T. Arispe & M. Monge. 2007. Innovación en el cultivo del maní en Bolivia: Efectos de la interacción social y de las capacidades de absorción de los pequeños productores. Instituto Internacional de Investigación sobre Políticas Alimentarias. Washington DC. USA.

Huici, R. O. 2008 a. Plagas Agrícolas, Fundamentos Técnicos Para el Uso y Manejo Correcto de Plaguicidas, 3ra. Ed. La Paz – Bolivia. 10-12.

Huici, R. O. 2008 b. Manejo Integrado de Plagas, Una alternativa Sostenible, 3ra. Ed. La Paz – Bolivia. 5- 6

Krapovickas, A. & W. C. Gregory. 2006. Taxonomy of the Genus *Arachis* (Leguminosae). Translated by D.E. Williams & C. E. Simpson. Bonplandia, 15: 7-206

Leff, B., N. Ramankutty & J. A. Foley. 2004. Geographic distribution of major crops across the world. Global Biogeochemical Cycles, 18: 1-27.

March, G.J., C. M. Oddino, J. Garcia, A. D. Marinelli & A. M. Rago. 2011. Umbral de daño económico de la viruela del maní según eficiencia fungicida y potencial de rendimiento. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, 17:1-3.

Moreno, B., J. F. Barrera, E. Pinson & J. Valle. 2002. Nivel de daño económico del Chacuatete. En: J. F. Barrera (eds) Tres Plagas del Café en Chiapas. ECOSUR, Mexico. Pp: 59-68.

Norton, G. A. 1976. Analysis of decision making in crop protection. Agroecosystems 3, 27-44.

Observatorio Agroambiental y Productivo. 2013. Costos de producción del cultivo de maní por hectárea. Viceministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz. Bolivia.

Pedigo, L. P. 2007. Economic Thresholds and Economic Injury Levels. Disponible en: <http://ipmworld.umn.edu/ipmchap.htm>. Visitado: 15/05/2015.

Anexos

Anexo 1. Costos de producción por hectárea de ecotipos y variedades de maní (*A. hypogaea*) para los tratamientos sin control y control orgánico. BG: *Bayo Gigante*, Co: *Coloradito*, CoB: *Colorado Bartolo*, CoI: *Colorado de Iboyperenda*, CoV: *Colorado del Villar*, OvA: *Overo Atirimbia*, OvGy: *Overo Guarayo*, OvB: *Overo Baycua*, OvG: *Overo Guarani 2010* y OvBo: *Overo Bola*.

Tratamiento	OvA	OvB	BG	OvBo	OvG	CoB	CoV	CoI	Co	OvGy
Sin control										
Rendimiento medio (qq/ha)	60.69	71.83	68.80	107.20	60.04	109.69	42.08	56.58	109.58	102.01
Rendimiento ajustado (qq/ha)	54.62	64.65	61.92	96.48	54.03	98.72	37.87	50.92	98.63	91.81
Precio de venta de maní	390.00	390.00	360.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
Beneficio bruto de campo (Bs/ha)	21 301.80	25 213.50	22 291.20	37 627.20	21 071.70	38 500.80	14 769.30	19 858.80	38 465.70	35 805.90
costo de preparación de terreno (Bs/ha)	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00
Costo para el surcado y la siembra (Bs/ha)	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Costos de semilla (Bs/ha)	1 200.00	1 435.00	1 173.00	1 435.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 121.00	1 200.00
Costo de mano de obra	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00	3 749.00
Costo total de producción (Bs/ha)	5 649.00	5 884.00	5 622.00	5 884.00	5 649.00	5 649.00	5 649.00	5 649.00	5 570.00	5 649.00
Beneficios netos (Bs/ha)	15 652.00	19 328.00	16 670.00	31 745.00	15 425.00	32 853.00	9 122.00	14 210.00	32 894.00	30 157.00
Control Orgánico										
Rendimiento medio (qq/ha)	30.94	58.63	67.94	82.76	71.51	49.55	70.75	65.45	60.26	45.00
Rendimiento ajustado (qq/ha)	27.85	52.77	61.14	74.48	64.36	44.59	63.67	58.90	54.23	40.50
Precio de venta de maní	390.00	390.00	360.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
Beneficio bruto de campo (Bs/ha)	10 861.50	20 580.30	22 010.40	29 047.20	25 100.40	17 390.10	24 831.30	22 971.00	21 149.70	15 795.00
costo de preparación de terreno (Bs/ha)	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00
costo para el surcado y la siembra (Bs/ha)	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Costos de semilla (Bs/ha)	1 200.00	1 435.00	1 173.00	1 435.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 121.00	1 200.00
costo de mano de obra	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00	3 849.00
costo de insecticida ajos + cebolla (Bs/ha)	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50	118.50
Costo total de producción (Bs/ha)	5 867.50	6 102.50	5 840.50	6 102.50	5 867.50	5 867.50	5 867.50	5 867.50	5 788.50	5 867.50
Beneficios netos (Bs/ha)	4 994.00	14 477.80	16 169.90	22 944.70	19 232.90	11 522.60	18 963.80	17 103.50	15 361.20	9 927.50

Anexo 2. Costo de producción por hectárea de ecotipos y variedades de maní (*A. hypogaea*) para los tratamientos con bioinsecticidas y control químico. Cuadro 1. BG: *Bayo Gigante*, Co: *Coloradito*, CoB: *Colorado Bartolo*, CoI: *Colorado de Iboyperenda*, CoV: *Colorado del Villar*, OvA: *Overo Atirimbía*, OvGy: *Overo Guarayo*, OvB: *Overo Baycua*, OvG: *Overo Guarani 2010* y OvBo: *Overo Bola*.

Tratamientos	OvA	OvB	BG	OvBo	OvG	CoB	CoV	CoI	Co	OvGy
Bioinsecticidas										
Rendimiento medio (qq/ha)	132.09	47.17	50.09	126.68	81.24	114.02	33.10	80.81	75.51	76.81
Rendimiento ajustado (qq/ha)	118.88	42.45	45.08	114.01	73.12	102.62	29.79	72.73	67.96	69.13
Precio de venta de maní	390.00	390.00	360.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
Beneficio bruto de campo (Bs/ha)	46 363.20	16 555.50	16 228.80	44 463.90	28 516.80	40 021.80	11 618.10	28 364.70	26 504.40	26 960.70
Costo de preparación de terreno (Bs/ha)	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00
Costo para surcado y siembra (Bs/ha)	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Costo de mano de obra	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00	4 149.00
Costos de semilla (Bs/ha)	1 200.00	1 435.00	1 173.00	1 435.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 121.00	1 200.00
Costo de insecticida Tricodamp (Bs/ha)	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00	210.00
Costo de insecticida Probione (Bs/ha)	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
Costo de insecticida Probiomet(Bs/ha)	119.00	119.00	119.00	119.00	119.00	119.00	119.00	119.00	119.00	119.00
Costo de insecticida Biosulfocal	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00	120.00
Costo total de producción (Bs/ha)	6 898.00	7 133.00	6 871.00	7 133.00	6 898.00	6 898.00	6 898.00	6 898.00	6 819.00	6 898.00
Beneficios netos (Bs/ha)	39 465.20	9 422.50	9 357.80	37 330.90	21 618.80	33 123.80	4 720.10	21 466.70	19 685.40	20 062.70
Control Químico										
Rendimiento medio (qq/ha)	130.03	99.31	61.01	113.48	85.35	117.81	54.31	55.28	92.71	76.48
Rendimiento ajustado (qq/ha)	117.03	89.38	54.91	102.13	76.82	106.03	48.87	49.75	83.44	68.83
Precio de venta de maní	390.00	390.00	360.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00	390.00
Beneficio bruto de campo (Bs/ha)	45 641.70	34 858.20	19 767.60	39 830.70	29 959.80	41 351.70	19 059.30	19 402.50	32 541.60	26 843.70
Costo de preparación de terreno (Bs/ha)	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00	560.00
Costo para el surcado y la siembra (Bs/ha)	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00	140.00
Costos de semilla (Bs/ha)	1 200.00	1 435.00	1 173.00	1 435.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 200.00	1 121.00	1 200.00
Costo de mano de obra	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00	4 049.00
Costo de insecticida Ram-cat 88 Wp (Bs/ha)	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00	100.00
Costo de insecticida Nurrelle 25E (Bs/ha)	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00	400.00
Costo de insecticida Lorban Plus (Bs/ha)	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00	64.00
Costo total de producción (Bs/ha)	6 513.00	6 748.00	6 486.00	6 748.00	6 513.00	6 513.00	6 513.00	6 513.00	6 434.00	6 513.00
Beneficios netos (Bs/ha)	39 128.70	28 110.20	13 281.60	33 082.70	23 446.80	34 838.70	12 546.30	12 889.50	26 107.60	20 330.70

Caracterización agroecológica de suelos con fines de manejo, en la cordillera de los Andes Tropicales

Agroecological characterization of soil with management objectives, in the Tropical Andes

Vedulia Coronado^{1*}, Jorge Orias¹ & Elke Noellemeyer²

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria (IASA), Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Calle Calvo N° 132, Casilla Postal 1046, Sucre – Bolivia.

² Profesora de la Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Santa Rosa, Argentina.

* vedulia.coronado@gmail.com

Resumen

En los bosques del sur y centro de Bolivia en la Cordillera de los Andes Tropicales, los suelos son de diferente características: en pie de monte tienen mejor aptitud para el uso agrícola que en el sub-andino y andino; en general son considerados ecosistemas frágiles, susceptibles a la erosión hídrica, con una tasa de erosión de 50 t/ha/año hasta 200 t/ha/año, principalmente por las altas pendientes, precipitaciones y por la agricultura migratoria, ya que estos bosques, en la actualidad han sido reducidos, por el uso humano, a remanentes degradados o refugiados en situaciones topográficas poco accesibles, comúnmente en los bosques en el sub-andino, los suelos son mucho más frágiles y rápidamente degradables, cuando se encuentran desprovistos de cobertura vegetal; siendo que, una vez agotada su fertilidad, las tierras son abandonadas y repobladas naturalmente por bosques secundarios, o áreas de pastizales con manejo no sostenible.

Palabras Claves: Agricultura migratoria, suelos frágiles, erosión

Abstract

In the forests in the south and central region of Bolivia in the Tropical Andes, the soils have distinct characteristics: in the foothills there is a greater aptitude for agricultural use than in the sub-Andean and Andean regions; in general these are considered as fragile ecosystems, susceptible to hydric erosion, with a degree of erosion of 50 t/ha/year and up to 200 t/ha/year. This occurs principally on steep slopes, areas with high precipitation and in areas with transitory agriculture. These forests actually have been degraded by human use to degraded remains or refuges in difficult to access topographic locations. Commonly in sub-Andean forests the soils are much more fragile and rapidly degradable, when there is an absence of vegetation cover. Once depleted of fertility, lands are abandoned and repopulated naturally by secondary forest or pasture with unsustainable management.

Key words: Erosion, Fragile soils, migratory agriculture.

Introducción

La mayoría de procesos que ocurren en los agroecosistemas, tienen al suelo como el centro regulador crítico; su lenta formación y renovación, además de reconocer los múltiples servicios que presta al ser humano, se considera un componente censor de la biosfera (Salazar 2008). Siendo de esa manera que la agricultura ocupó y alteró progresivamente los espacios terrestres, hasta cubrir una gran proporción de la superficie del planeta (Anderson & Swift 1983, Buol 1994 y Foley et al. 2005). Por lo tanto los estudios del suelo han estado ligados tradicionalmente a las necesidades de la agronomía.

A medida que los suelos son aptos para la agricultura, los ecosistemas naturales son habilitados para terrenos de producción, impulsando así la expansión de la agricultura y la intensificación productiva por unidad de superficie en Bolivia y el resto del mundo (Buol 1994), de esta manera las necesidades humanas fueron satisfechas con el aumento de la producción por unidad de superficie, mediante innovaciones tecnológicas continuas, conducentes a la intensificación productiva, las consecuencias es que cada vez, la productividad es baja, a resultado de las amenazas como: erosión, disminución de la materia orgánica, contaminación del ambiente con nutrientes y plaguicidas, salinización, compactación, inundaciones y deslizamiento de tierras.

La erosión de los suelos es considerada un serio problema ambiental a escala mundial, aunque resulta difícil estimar con precisión su extensión, magnitud e intensidad, como también sus consecuencias económicas y ambientales. Algunas estimaciones realizadas durante la década de 1970 (Dudal 1981) indicaban que en esos años ocurría en el mundo una pérdida irreversible de unas 6 millones de hectáreas de suelo fértil por año. De ellas, casi un 20 % del área erosionada se registraba en Sudamérica. (Lal 1994). Sin embargo Heid & Cuentas (2006) afirman que la erosión del suelo es del 45.6% de la superficie de la región del Chaco Boliviano, por efectos de la erosión hídrica y eólica, con una tasa de erosión de 50 t/ha/año hasta 200 t/ha/año. Algunos expertos mencionan que los procesos erosivos son resultados directos de un mal manejo de los suelos, la labranza agresiva, sobrepastoreo, uso inadecuado del fuego, el mal manejo de

las pendientes y coberturas vegetales del terreno, que son causa habitual de erosión y más aun en zonas con pendiente; no obstante cabe mencionar la importancia de estos efectos en las propiedades físico químicas del suelo. (Heid & Cuentas 2006)

Cuesta et al. (2009), Heid & Cuentas (2006) y Meli & Carrasco (2011), revelan que en los Andes Tropicales de Bolivia y ecosistemas similares, los problemas de manejo de suelos, van de la mano, con los suelos no aptos para la agricultura, por la geografía accidentada, altos porcentajes de pendientes con riesgos de erosión, intensas lluvias de 800 a 1200 mm, factores que facilitan, que la agricultura sea de alto riesgo, por lo tanto la presente nota hará referencia sobre la caracterización agro-ecológica de suelos con fines de manejo, además de recomendar alguna de las posibles prácticas conservacionistas.

Los objetivos específicos de esta revisión es: realizar un resumen sobre la caracterización agroecológica de suelos con fines de manejo, en la cordillera de los Andes Tropicales; identificar aspectos importantes sobre el tema en discusión, y describir aproximaciones teóricas y metodologías para la caracterización agroecológica de los suelos con fines de manejo.

Materiales y métodos

Para la búsqueda de los documentos bibliográficos se utilizaron varias fuentes documentales. Se realizó una indagación bibliográfica en mayo de 2014 en revistas y plataformas internacionales como: (SciELO, INTA-Gillermo Covas scientificamerican, Science, Bio-ciencias, Natura & Elsevier) utilizando los descriptores: escritura científica, revisión, , mapas conceptuales y lectura crítica. Los registros obtenidos fueron 48 después de la combinación de las diferentes palabras clave. También se realizó una búsqueda en internet en el buscador “google académico” con los mismos términos. Además se realizó el desarrollo del artículo, con base en los recursos y a las experiencias adquiridas durante el ciclo académico de la maestría en Producción Agropecuaria en Regiones Semiáridas de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad Nacional de la Pampa (Santa Rosa, La Pampa-Argentina).

Resultados y discusión

Condiciones de los suelos en la cordillera de los andes tropicales

Los componentes del sistema suelo son divididos de la siguiente forma: materia inorgánica (45%), agua (20-30%), aire (20-30%) y MO (5%) (Brady & Weil 1996). Según Doran et al., (1994) hay un intercambio continuo de moléculas e iones entre las tres fases, mediados por procesos físicos, químicos y biológicos. El balance dinámico de estos procesos es fundamental para mantener la salud y calidad del suelo. En ese sentido los parámetros o variables indicadoras de calidad de suelos son tres: (1) físico, (2) químico y (3) biológico, no obstante se mencionaran los parámetros comúnmente estudiadas, en el componente físico son evaluadas: punto de marchites permanente, capacidad de campo, densidad aparente (DA), textura y resistencia a la penetración (RP); en el componente químico son evaluadas: pH, conductividad eléctrica (CE), MO, N, P, Capacidad de intercambio cationico (Ca, Mg, K y Na), Cationes (Na), Cu, Zn, Mn y Fe y en el componente biológico son evaluadas: ausencia, presencia, diversidad y riqueza de nematodos, actinomicetos, lombrices de tierra, colémbolos, mico parásitos y el rol de los micro-organismos (André 2006).

En cuanto a los parámetros mencionados, las condiciones de los suelos de los andes tropicales de Bolivia, específicamente en el área protegida de la Serranía del Ñaño, Chuquisaca-Bolivia según Heid & Cuentas (2006), Cuesta (2009), PDM (Monteagudo, Padilla, Villa Serrano y Villa Vaca Guzmán (2010), ZONISIG (Chuquisaca) y Callejas (2001), mencionan que la Materia Orgánica varía entre: 2.03 a 2.72 en áreas de cultivo sin manejo, 3.35 a 3.81 en áreas de cultivo con manejo y en bosques maduros aproximadamente entre 3.92 a 4.13; el porcentaje de Nitrógeno varía entre: 0.113 a 0.143 en áreas de cultivo sin manejo, 0.86 a 0.211 en áreas de cultivo con manejo y en bosques maduros entre 0.117 a 0.212; en cuanto a P muestra grandes variaciones entre 5.0 a 33.2 ppm, siendo valor medio de 17.5 para bosques maduros; sin embargo entre los datos de pH no muestran variaciones significativas (5.9 a 6.2) y los bosques maduros oscilan entre 7.2 a 7.4, cabe mencionar los datos mencionados fueron tomadas en piedemonte. De acuerdo a los datos presentados se podría concluir que la calidad y salud de los suelos en piedemonte de los Andes Tropicales están en buenas condiciones en cuanto a la topografía

presentada, de igual forma debido a los constantes lavados de nutrientes de las partes altas hacia las partes bajas, mas aun si los bosques montanos están pobladas por especies arbóreas que ayudan la fijación de nutrientes, entre ellas: las Leguminosas, por otra parte otras investigaciones demostraron que la deficiencia de nutrientes es alto en las partes elevadas, por el mismo efecto antes mencionado (Coronado & Noellemeyer 2012).

En cuanto a la humedad y precipitación, Anderson y Swift (1983) demostraron que hay grandes traslapamientos entre las tasas de descomposición de la materia orgánica, entre bosques húmedos y sub-húmedos. Analizado de ésta manera, el coeficiente de descomposición, que indica la relación: caída de hojarasca/acumulación, varía de 0.5 en los bosques templados (sub-húmedos), a 2.0 en las selvas tropicales (húmedos). Dicho de otra manera, las tasas de fraccionamiento de la materia orgánica en regiones sub-húmedas como en la cordillera de los andes tropicales oscilan entre un 2 y 5% por año (Brown y Lugo 1982, Golley 1983) y en regiones semiáridas con valores entre 0.4 y 1% por año.

Caracterización agroecológica y uso del suelo

Estudios muestran muchas formas de caracterización agroecológica de los sistemas de producción, que varían según diferentes criterios de investigación (Sabattini et al. 1999, Toro et al. 2010, Ramos et al. 2004 y Carré & Girard 2002). Una caracterización agroecológica de los suelos implica muchas actividades como: categorizar a través de indicadores agroecológicos, por ambientes según los sistemas de producción, con la finalidad de obtener aproximaciones sobre el estado actual (Toro et al. 2010), y en cuanto a los cambios en el uso del suelo, en la actualidad existen diversos métodos para la detección, los más utilizados son: comparación, clasificación y cambios detectados mediante imágenes satelitales (Ramos et al. 2004). En ese sentido el mapeo de los suelos es una forma de caracterizar los predios agrícolas, los tipos de suelos, los diferentes paisajes y agro ecosistemas, representados digitalmente en un mapa para tener una base para el ordenamiento territorial (Sabattini et al. 1999). Sin embargo en regiones más accesibles, se está utilizando el mapeo de la aptitud de las tierras basado en información remota de: relieve, cobertura vegetal y material parental (Carré & Girard 2002). Entre las limitaciones para la caracterización agro-ecológica que a menudo se presentan son: el

tipo de paisaje, topografía, tipo de suelo, textura y estructura del suelo. Además de las condiciones climáticas, sociales, culturales y económicas de una determinada región.

Recuperación de suelos

Cuando se rompe el equilibrio del suelo, la evolución natural se modifica y se desarrollan una serie de procesos que tienden a la disminución de la calidad y fertilidad de los suelos (Figuroa 2004). Por lo tanto, las propiedades físicas, químicas y biológicas que controlan el ciclo biogeoquímico del suelo son modificados por los disturbios ocasionados por la expansión agropecuaria, intervención antrópicas a distintas escalas y otros factores de riesgos climáticos (Ortiz 2007).

El proceso de recuperación de los suelos es lento y dificultoso, dependiendo de las condiciones climáticas y del material parental, se inicia a partir de suelos totalmente desnudos o partes con vegetación nativa (Zamolinski 2000). Ante estas situaciones se genera dos alternativas: elaborar estrategias de conservación o perder el recurso (Figuroa 2004).

Algunas estrategias de recuperación del suelo a través de microorganismos vivos y materia orgánica para mejorar las características físico y químico del suelo, por lo tanto recuperar el agro ecosistema (Felipó 2002, Carpena & Pilar 2007).

Los suelos agrícolas tienen menores cantidades de materia orgánica que los suelos forestales, debido a la constante remoción que sufre el suelo agrícola (Romanyà 2007), siendo que la producción agrícola tiene como principal limitante a la fertilidad del suelo, la agricultura ecológica u orgánica son las que se basan en el estudio de la fertilidad del suelo, por lo tanto la materia orgánica y los procesos biológicos, se encargan de la recuperación de los suelos (Romanyà 2007). Para la recuperación de los suelos salinos se puede dar a través del tiempo, con lavados de láminas de agua para desalinizar, con diferentes dosis de materia orgánica (Serrato 2002). Sin embargo, algunas especies como agropiro alargado, festuca y trébol de olor, muestran buen comportamiento en suelos salinos (Zamolinski 2000). Por lo tanto, estas especies podrían ser un potencial para la recuperación de los suelos salinos.

Una gestión adecuada de los suelos está relacionada con el manejo de la cobertura, residuos vegetales y rotación de cultivos, también está involucrado el sistema de fertilización, labranza y riego (Van der Werf & Petit 2002 y Perales et al. 2009). Una alternativa de manejo de los residuos de cosecha es la incorporación del rastrojo al suelo, y según el tipo de cultivo, como en el caso de las leguminosas, son las que aumentan la fijación de nitrógeno, por otro lado disminuye la erosión, mejora la estructura del suelo y favorece el desarrollo de bacterias fijadoras de nitrógeno y fósforo (Lacasta et al. 2006, Chen et al. 2010), favoreciendo no solo al suelo y sino también al rendimiento del cultivo. Por otro lado el sistema de laboreo y rotación de cultivo a menudo son reconocidos como prácticas adecuadas para el manejo de un determinado suelo. Por lo tanto, uno de los ejemplos más comunes es la rotación de cultivos con pasturas perennes mejora la calidad del suelo y el rendimiento del cultivo. (Morón 2003). Otra de las alternativas es la siembra directa que más se destaca de las prácticas de manejo, recuperación de suelos y en la producción de granos (Bodas 2002). Con la siembra directa no solo se evita el movimiento o remoción del suelo sino también el uso de equipos tradicionales como el arado y otro tipo de maquinaria pesada (Freitas 2000 y Montoya et al. 2006) apto para llanuras. En caso de aumentar las densidades de siembra se reducen la cantidad de malezas en el cultivo (Poudel et al. 2002 y Lacasta et al. 2006). Otra de las prácticas de manejo de suelos más comunes, es el uso de cultivos de cobertura, que previenen la degradación y mejoran la calidad del suelo (Lozano et al. 2010), desde un punto de vista del buen manejo de los suelos cobran real importancia, ya que los mismos son encargados de mantener la porosidad, permeabilidad, reciclaje de nutrientes y mejoran la dinámica del agua (Dabalá 2009).

Suelos degradados y prácticas conservacionistas

Estudios y buenas prácticas de conservación de procesos erosivos (Hídrica y eólica) en condiciones de campo, son muy costosas y necesitan mucho tiempo y mano de obra para poder llevarlos a cabo. Además las variables climáticas y de suelo no pueden ser controladas, en ese sentido es necesario estudiar los procesos erosivos (eólicas e hídricas) con simuladores, en el caso de la erosión eólica, se realiza por generadores de fluidización (Dispersión por gas o ventilación), sin embargo los generadores de gravitación y dispersión mecánica o agitación

(Túnel de viento portátil, Fig. 1), han sido ampliamente usados para estimar la emisión por erosión eólica. (Méndez et al. 2012). Según Buschiazzo et al. (2007) y Buschiazzo (2012), las erosiones eólicas son más comunes en suelos de zonas áridas y semiáridas, donde las posibles soluciones son las hileras formadas por hierbas, arbustos y árboles conformadas por tres filas, reconocidas como las más efectivas (Fig. 2). Por otro lado las cortinas de rompe-viento de una sola fila también son efectivas en términos de reducción de la velocidad del viento a largas distancias, ambos diseños a una distancia considerable según el cultivo, porcentaje de cobertura y el sistema de labranza, además del cultivo y las cortinas de rompe-viento, tomar en cuenta la dirección del viento, para definir la orientación del surco y el posicionamiento de las filas. (Cornelis & Gabriels 2004).



Figura. 1. Túnel de viento portátil

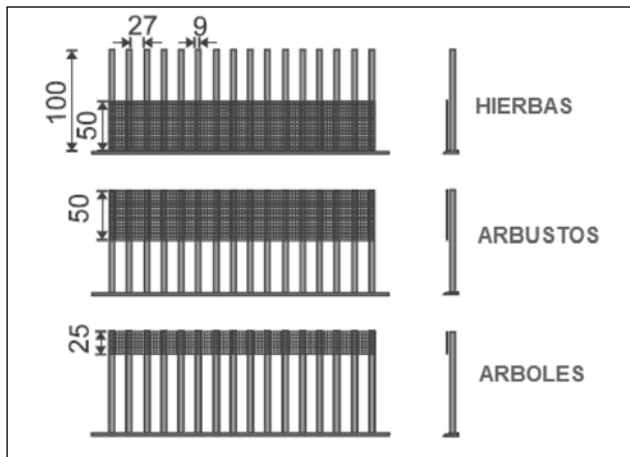


Figura. 2. Simulación de cortinas rompe-viento de tres filas (Adaptado de Cornelis & Gabriels 2004).

En cuanto a la erosión hídrica, es peculiar en zonas de ladera del trópico donde el potencial de erosión

del suelo y las pérdidas por escorrentía de agua es alto, debido a las características de la topografía y las altas precipitaciones, sin embargo, la productividad y los peligros de degradación de la fertilidad del suelo agrícola, son determinados básicamente por el clima, suelo, topografía y sobre todo por el mal manejo de los cultivos, sin embargo se debe más a cuestiones topográficas que los otros factores determinantes. Los ajustes de la erosión potencial y actual, pueden superar las pérdidas de decenas o incluso cientos de toneladas de suelo, por hectárea y por año. (El-Swaify 1997) por lo tanto la selección y diseño de sistemas de producción, sistemas de manejo de la tierra y sistemas de manejo del agua deben ser adaptados para el control de la erosión hídrica. (El-Swaify, 1985).

La principal causa de degradación en los bosques tropicales de Bolivia es la expansión agrícola sobre las tierras marginales no aptas para agricultura (Fig. 3) dando pie a la agricultura migratoria que funciona como un sistema de producción secuencial milenario, donde parches de bosques son tumbados, quemados y cultivados, pero una vez agotada su fertilidad son abandonados a la vegetación espontánea (Urube & Petit 2007).



Figura 3. Tierras marginales no aptas para agricultura

Para controlar la erosión hídrica en campo se deberá tomar en cuenta la cobertura en cuanto a su forma, estructura, arquitectura y las características de crecimiento de las plantas por separado dentro de la comunidad; también conocer el crecimiento de la biomasa, residuos de cobertura y la dinámica de descomposición de la materia orgánica, por un lado y por el otro, conocer la textura del suelo, así para poder diseñar las prácticas de conservación, que son: selección del sistema de labranza, tipo de

cultivos según las características del clima y suelo, modificar la textura y estructura, reforestación o aforestación de tierras marginales, implementación de pasturas en zonas con mucha pendiente, sistemas Agrosilvopastoriles, sistemas mixtos de producción y Agroforestería. Feldpausch et al. (2004), Gutiérrez & Lopera (2001), Fonseca et al. (2008), Valero (2004) y Resh et al. (2002).

Conclusiones

Las características de los suelos del Sur Centro de Bolivia, en cuanto a su heterogeneidad, profundidad y textura, en general son muy frágiles y susceptibles a la erosión hídrica y lixiviación de sus sales y minerales (Callejas 2001). En consecuencia, se puede inferir que la aptitud de las tierras para los cultivos presenta una amplia variación, debido a las características de la topografía, las propiedades intrínsecas de los suelos y su historia de uso.

En cuanto a los parámetros arriba mencionados, uno de los indicadores de calidad de suelos más importante es la Materia Orgánica (MO), que condiciona muchas propiedades del suelo, como la estructura, formación de costras, compactación susceptible a la erosión hídrica y eólica (Felipó 2002). Por otro lado, la MO es un factor indispensable que interviene en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo (Carpena & Pilar 2007), al igual que la textura da una idea del tipo de suelo de una determinada región, por otra parte, para poder suponer que la calidad del suelo está en buenas condiciones, se deberá también considerar los factores alineados o indicadores externos, como: porcentaje de pendiente, geografía, porcentaje de cobertura, caudal, sistema de producción, porcentaje de área cultivada, tipo de cultivo y factores climáticos.

Referencias

- André, G. 2006. Estudio comparativo de indicadores de calidad de suelo en fincas de café orgánico y convencional en Turrialba, Costa Rica. Tesis de *Magister Scientiae*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza Tropical Agrícola (CATIE) Turrialba - Costa Rica.
- Anderson, J. & M. Swift. 1983. Decomposition in tropical forest. En SUTTON, S.; WHITMORE, T. & CHADWICK, A. Tropical rain forest: ecology and management. Oxford: Blackwell Scientific Publications. 287-309.
- Bodas, V. 2002. Técnicas de Siembra Directa, Jornada Autónoma de la Comunidad de Castilla La Mancha Toledo, Libro Blanco de la Agricultura y el desarrollo Rural, España.30/10/13.http://www.libroblancoagricultura.com/libroblanco/jautonomica/c_mancha/comunicaciones/bodas.pdf
- Buol, S.W. 1994. Environmental consequences: Soils. *In*: Meyer, W.B. y B.L. Turner (étds.). Changes in land use and land cover: A global perspective. Cambridge University Press. Cambridge, New York. pp. 211-229.
- Buschiazzo, D. E. 2012. Erosión eólica: Avances y carencias en investigación y extensión. Presentado en el XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo-Argentina.
- Buschiazzo, D. E., T. M. Zobeck & S. A. Abascal. 2007. Wind erosion quantity and quality of an Entic Haplustoll of the semi-arid pampas of Argentina. *Journal of Arid Environments*. Vol. 69: (2007) 29-39.
- Brady, N.C. & R. Weill. 1996. *The Nature and Properties of Soils*. Onceava edición. Prentice-Hall International, Inc. Upper Saddle River, New Jersey. 30/01/13. <http://www.ciga.unam.mx/investigadores/zacatucho/PDF/613Capitulos%20en%20Libros/6131Nacionales/6131-18.pdf>.
- Brown S. & A. Lugo 1982. The storage and production of organic matter in tropical foresta and their role in the global carbon cycle. *Biotropica*. Vol. 14: 161-187.
- Callejas P. 2001. Estudio de Justificación para la Creación del Área Protegida Serranía del Iñaño, Estudio Socioeconómico,(Documento técnico), Prefectura del departamento de Chuquisaca, Dirección de Recursos Naturales y Medio Ambiente, Programa de Cooperación Danesa al sector del Medio Ambiente – PCDSMA, Sucre – Bolivia.
- Carpena, R. O. & M. Pilar. 2007. Claves de la fitorremediación: fitotecnologías para la recuperación de suelos, *Ecosistemas*. Vol. 16: 1-3.
- Carre, F. & M.C. Girard. 2002. Quantitative Mapping Of Soil Types Based On Regression Kriging of Taxonomic Distances With Landform and Land Cover Attributes, *Geoderma*. Vol. 110: 241-26.

- Chen, F.S., D.H. Zeng; T.J. Fahey & P.F. Liao. 2010. Organic carbon in soil physical fractions under different-aged plantations of Mongolian pine in semi-arid region of Northeast - China, *Applied Soil Ecology*. Vol. 44: (2010) 42–48.
- Cornelis, W.M. & D. Gabriels. 2005. Optimal windbreak design for wind-erosion control. *Journal of Arid Environments*. Vol. 61: 315-332.
- Coronado, V & E. Noellemeyer. 2012. Condiciones de los suelos en una cronosecuencia de bosques montanos secundarios en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Serranía del Iñaño, Chuquisaca – Bolivia, ponencia presentada en el VI congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sucre-Bolivia.
- Cuesta, F., M. Peralvo, & Valarezo, N. 2009. Los bosques montanos de los andes tropicales. Una evaluación regional de su estado de conservación y de su vulnerabilidad a los efectos del cambio climático. Programa regional ECOBONA-INTERCOOPERATION. 64p. www.bosquesandinos.info.
- Dabalá, L. 2009. Guía de Siembra Directa, El Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca (MGAP), Montevideo, Uruguay. 30/01/13. <http://www.cebra.com.uy/presponsable/adjuntos/2009/07/guia-de-siembra-directa.pdf>.
- Doran, J. W. & TB. Parkin. 1994. Defining and assessing soil quality. *In*: Doran JW; Coleman, DC; Bezdiceek, DF; Stewart, BA. (édit), *Defining soil quality for a sustainable environment*. Madison, WI, USA. Soil Science Society of America. (Special publication N° (35). 3-21.
- Dudal, R. 1981. An evaluation of conservation needs. *En*: *Soil Conservation, Problems and Prospects* (R.P.C. Morgan, editor). presented in the soil congress, John Wiley and Sons, Chichester, England.
- El-Swaify, S.A. 1997. Factors affecting soil erosion hazard and conservation need dor tropical steeplands. *Soil Technology*; University of hawaii, USA. Vol. 11: (1997) 3-16.
- El-Swaify, S.A., P. Pathak, T.J. Rego & S. Singh. 1985. Soil management for optimized productivity under rainfall conditions in the semi-arid tropics. *Advances in Soil Science*. Springer Verlag, New York, Vol. 1: (1985) 1-64.
- Felipó, M.T. 2002. Utilización de Materia Orgánica Residual Urbana en la Recuperación de Suelos Degradados, *AGRICULTURA Y MEDIO AMBIENTE: Nuevos Avances en Conservación y Manejo de Agro sistemas*. Curso patrocinado por la Fundación Universidad de Verano de Casilla y León-Segovia. 10.
- Figueroa, D.N. 2004. Estrategias de recuperación de suelos degradados, *industria Hortícola*, 30/01/2013. www.horticom.com/revistasonline/horticultura/.../36_39.pdf
- Freitas, V.H. 2000. Manejo del suelo en pequeñas fincas Estrategias y métodos de introducción, tecnologías y equipos, *Experiencias en el estado de Santa Catarina, Brasil*, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). 30/01/13. <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/sb77s.pdf>
- Foley, Ja; R. Defries; Gp. Asner; C. Barford; G. Bonan. 2005. Global consequences of land use. *Science*: Vol. 309: 570-574.
- Fonseca W G; F. E. Alice; J. Montero; H. Toruño & H. Leblanc 2008. Acumulación de biomasa y carbono en bosques secundarios y plantaciones forestales de *Vochysia guatemalensis* e *Hieronyma alchorneoides* en el Caribe de Costa Rica, Universidad Nacional, Heredia-Costa Rica. *Agroforestería en las Américas* N° 46.
- Golley, F. 1983. Decomposition *En*: *tropical rain forest ecosystems: Structure and functions*. *Ecosystems of the world 14^a*. Amsterdam - Oxford- New York: Elsevier. Vol. 14A: 117 – 136.
- Heid, C. & D. Cuentas. 2006. Estudio sobre Desarrollo Agropecuario Sostenible en el Chaco Boliviano: Problemas, Tendencias, Potencialidades y Experiencias (Documento de trabajo), Fundación AGRECOL Andes, Cochabamba-Bolivia. 24-25.
- Lal, R. 1994. Sustainable land use systems and soil resilience. *In*: Greenland, D.J., Szabolcs, I. (édit.), *Soil Resilience and Sustainable Land Use*. CAB International, Wallingford, RU, 41-67.
- Lacasta, C., E. Estalrich, R. Meco, & M. Benítez. 2006. Control de malas hierbas: Densidades de siembra y rotaciones de cultivo, *Tierras de Castilla y León-Agricultura* Vol. 131: 32-41.

- Lacasta, C., M. Benítez; N. Maire & R. Meco. 2006. Las Rotaciones de Cultivos en los Agrosistemas de Cereales y su Influencia sobre Diferentes Parámetros Bioquímicos. Ponencia presentada en el VII Congreso SEAE: Agricultura y Alimentación Ecológica. Toledo-España, Trabajo 152.
- Lozano, Z., H. Romero, & C., Bravo. 2010. Influencia de los Cultivos de Cobertura y el Pastoreo sobre las Propiedades Físicas de un Suelo de Sabana. *Agrociencia* Vol. 44: 135-146.
- Magrin, G., M. Travasso & G. Rodríguez. 2005. Changes in climate and crop production during the 20th century in Argentina. *Climatic Change, Argentina*. Vol. 72: 229-249.
- Meli, P & Carrasco, P. 2011. Restauración ecológica de riberas, Manual para la recuperación de la vegetación rivereña en arroyos de la Selva Lacandona, Colección Corredor Biológico Mesoamericano México. Serie Diálogos/ Número 5.
- Morón, A. 2003. Efecto de las rotaciones Cultivos-Pasturas sobre la fertilidad de los suelos en ensayos de larga duración del INIA La Estanzuela (1963-2003). *Informaciones Agronómicas* n° 20. Diciembre 2003.
- Montoya, J.C., J.L. Costa, R. Liedl, F. Bedmar & P. Daniel. 2006. Effects of soil type and tillage practice on atrazine transport through intact soil cores, *Geoderma* Vol. 137: 161–173.
- Méndez, M.J., S.B. Aimar & D.E. Buschiazzo. 2012. Un generador simple de polvo para evaluar la capacidad de los suelos de emitir partículas finas. Presentado en el XIX Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo-Argentina.
- Ortiz, I., J. Sanz; M. Dorado & S. Villar. 2007. Técnicas de recuperación de suelos contaminados. Informe de vigilancia tecnológica. http://www.madrimasd.org/informacionidi/biblioteca/publicacion/doc/vt/vt6_tecnicas_recuperacion_suelos_contaminados.pdf.
- Perales, A., O. Loli; J. Alegre & F. Camarena. 2009. Indicadores de Sustentabilidad del Manejo de Suelos en la Producción de Arveja (*Pisum sativum* L.). Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima – Perú. *Ecología Aplicada*, Vol. 8(2).
- Poudel, D.D., W.R. Horwath, W.T. Lanini, S.R. Temple, & A.H.C. van Bruggen. 2002. Comparison of soil N availability and leaching potential, crop yields and weeds in organic, low-input and conventional farming systems in northern California, *Agriculture, Ecosystems and Environment* Vol. 90: 125–137.
- PDMs, Monteagudo; Padilla; Villa Serrano y Villa Vaca Guzmán, 2007 - 2011. Plan de Desarrollo Municipal, Chuquisaca-Bolivia.
- Ramos, R. R., L. D. Palma, C.A. Ortiz, C.A. Ortiz & P. G. Díaz. 2004. Cambios de uso de suelo mediante técnicas de sistemas de información geográfica en una región cacaotera, *TERRA Latinoamericana*, Universidad Autónoma Chapingo - México. Vol. 22 (3) 267-278.
- Romanyà, J., P. Rovira, & R. Vallejo. 2007. Análisis del carbono en los suelos agrícolas de España. Aspectos relevantes en relación a la reconversión a la agricultura ecológica en el ámbito mediterráneo. *Ecosistemas, España*. Vol. 16 (1) 50-57.
- Salazar J. 2008. Manejo del suelo en los sistemas Agrícolas de producción ecológica. Ponencia presentada en VII Congreso SEAE de Agricultura y Alimentación.
- Sabattini, R.A.; M.G. Wilson; N. Muzzachiodi, & A.F. Dorsch. 1999. Guía para la Caracterización de Agro ecosistemas del Centro-Norte de Entre Ríos, *Revista Científica Agropecuaria*, Facultad Ciencias Agropecuarias - UNER, Argentina. Vol. 3: 7-19.
- Serrato, R.; A. Ortíz; J.Dimas, & S. Berúmen. 2002. Aplicación de lavado y estiércol para recuperar suelos salinos en la Comarca Lagunera, Chapingo - México. Vol. 20: (003) 329-336.
- Toro, P.; A. García; A.G. Gómez; J. Perea; R. Acero & V. Rodríguez. 2010. Evaluación de la Sustentabilidad en Agro ecosistemas, *Archivos de zootecnia*, Córdoba-Argentina. Vol. 59 (R) 74.
- Van der Werf, H.M.G. & J. Petit. 2002. Evaluation of the environmental impact of agriculture at the farm level: a comparison and analysis of 12 indicator-based methods, *Agriculture, Ecosystems and Environment* Vol. 93: 131–145.

- Viglizzo, E.F., Z.E. Roberto, F. Lertora, E.L. Gay & J. Bernardos. 1997. Climate and land-use change in field-crop ecosystems of Argentina. *Agriculture, Ecosystems & Environment, La Pampa-Argentina*. Vol. 66: 61-70.
- Zamolinski, A.F. 2000. Experiencias de recuperación de suelos salinos, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Centro Regional de Buenos Aires Norte, Estación Experimental Agropecuaria “General Villegas”. 30/01/13 http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/suelos_salinos/35-salinizados.pdf.
- ZONISIG, 2000. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Chuquisaca, Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica en Bolivia, DHV Consultores – ITC, Cooperación del Gobierno de los Países Bajos. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Prefectura del Departamento de Chuquisaca. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, 157–264.

Indicadores Agroambientales: Diseño y análisis en Agroecosistemas con cultivo de maíz (*Zea mays*) Chuquisaca, Bolivia

Agri-environmental indicators: Design and Agro ecosystem analysis with maize crop (*Zea mays*) Chuquisaca, Bolivia

Winder Felipez Chiri^{1*}, Martha Serrano Pacheco¹ & Rodrigo Rojas Morales²

¹Proyecto BEISA 3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre - Bolivia.

²Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica, Profesor Asociado a la Universidad Andina Simón Bolívar, Maestría Internacional en Cambio Global, Gestión de Riesgos y Seguridad Alimentaria, Sucre - Bolivia.

* winder.felipezz@gmail.com

Resumen

La intervención antropogénica ha causado la degradación de agroecosistemas en diferentes regiones de Bolivia. Se analizó utilizando indicadores agroambientales las condiciones de manejo y estado de conservación de los agroecosistemas con maíz (*Zea mays*) en la comunidad de Zapallar, Monteagudo en Chuquisaca. Los métodos aplicados fueron entrevistas semiestructuradas, observación participativa a 29 pobladores locales, aplicación de protocolo de evaluación de indicadores agroambientales y el análisis en un diseño bloques completos al azar de diez agroecosistemas en terrenos con pendientes y diez en planos con cuatro tratamientos (T1=1-2 y T2=3-10 campañas agrícolas en terrenos en laderas; T3=1-10 y T4=11- 30 campañas agrícolas en terrenos planos). Los resultados muestran menor presencia de cobertura de malezas, plagas, enfermedades; compactación, y mayor materia orgánica en el suelo; y mayor diversidad agrícola en los agroecosistemas en laderas. El estado actual de los agroecosistemas en terrenos planos, depende de la presencia regular de lombrices en el suelo, diversidad de macrofauna edáfica y mayor cobertura de malezas, además de control de plagas y enfermedades que realiza el propietario. Finalmente la prueba estadística de Tukey ($p < 0.05$) nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos T1 y T4. Por tanto, se concluye que los indicadores agroambientales utilizados permiten conocer la respuesta a las condiciones de manejo local en los agroecosistemas del cultivo de maíz en la comunidad de Zapallar, que se plantea como punto de referencia para el resto de las comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño.

Palabras Claves: Agroecosistemas, Bolivia, diversidad agrícola, terrenos en pendiente, Serranía Iñaño.

Abstract

Human intervention has caused the degradation of agroecosystems in different parts of Bolivia. The management conditions and state of conservation was analyzed using agroenvironmental indicators with the maize crop (*Zea mays*) in the community of Zapallar, Monteagudo in Chuquisaca. The applied methods were semistructured interviews, and participative observation in 29 local communities. The application of an evaluation protocol was carried out of agroenvironmental indicators and analysis in a random block design of ten agroecosystems on land on slopes and ten plots on flat ground with four treatments (T1=1-2 and T2=3-10 agricultural fields on slopes; T3=1-10 and T4=11-30 agricultural fields on flat ground). The results showed lower presence of weed cover, pests, diseases; compaction, and higher organic material in the soil; and higher agricultural diversity in agroecosystems on slopes. The actual state of the agroecosystems on flat ground, depends on the regular presence of earthworms, diversity of soil macrofauna and greater coverage of weeds, apart from the control of pests and diseases that is carried out by the land owner. Finally, the statistical test of Tukey ($p < 0.05$) indicates that different significant factors between the treatments T1 and T4. Owing to this, it is concluded that the agroenvironment indicators used, permit knowledge of reaction to conditions of local management in agroecosystems of the maize crop in the Zapallar community, which is proposed as a reference point for the rest of the communities in the Serranía del Iñaño National Park and Managed Integrated Natural Area.

Key words: Agroecosystems, agricultural diversity Bolivia, sloped land, Serranía del Iñaño.

Introducción

El uso y manejo de los agroecosistemas modernos manifiesta el desequilibrio de los factores abióticos y bióticos (Altieri & Nicholls 2000) ocasionando la vulnerabilidad de los agroecosistemas y la exposición a riesgos del cambio climático (Lima *et al.* 2011). Es así, que muchos de los riesgos agroambientales en los agroecosistemas requieren ser evaluados (Lugo & Morin 2007), con medidas agroambientales que son consideradas como herramientas útiles para frenar la degradación de los sistemas agrícolas (Concepción & Díaz 2013), donde los impactos ocurridos no son fácilmente medibles o evaluables en el tiempo (CCE 2006). Por lo que resulta necesario utilizar indicadores que permitan tener información numérica y la descripción de procesos y fenómenos ocurridos dentro de los agroecosistemas de manera sistemática (Maser et al. 1999).

Por tanto, evaluar y monitorear los problemas agroambientales, además de la pobreza rural (FAO 2013), requiere también una planificación participativa con lineamientos técnicos, socioeconómicos y ambientales (Obando et al. 2011) y la toma de actitudes desde los agricultores en políticas agroambientales (FAO 2013). De la misma manera las interacciones entre los sistemas de vida y los agroecosistemas (FAO 2007), han generado la degradación de la calidad de los suelos, proliferación de plagas y enfermedades y entre otros como la degeneración del material genético (SERNAP 2011) hasta ocasionar el desequilibrio ambiental de los agroecosistemas (Lugo, Morin & Rey 2009).

En diferentes regiones de Bolivia los problemas agroambientales ascienden a más de treinta millones de hectáreas de tierra (LIDEMA 2010, 2011), muchos de estos ocasionados por la contaminación de los suelos y aguas, además por la habilitación de nuevos espacios agrícolas (ABT 2010, 2011, 2013). En Chuquisaca la quema de 34 808 hectáreas reportados de los Municipios de Monteagudo, Villa Vaca Guzmán y Huacareta (Arancibia 2010) y la degradación de los agroecosistemas por factores antropogénicos también afecta a la calidad agroambiental en la región (SERNAP 2011).

En la reserva natural del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño (PN-ANMISI) en donde se centró el estudio, los agroecosistemas se usan y manejan con pastizal, uso silvícola y agrícola (SERNAP 2011), donde además,

el monocultivo de maíz (*Zea mays*) ha conducido a la degradación acelerada en la fertilidad del suelo, convirtiéndolos en poco productivos y con mucha predominancia de especies vegetales tóxicas e indeseables hasta para el ganado (SERNAP 2011). Particularmente en la comunidad de Zapallar donde el uso y manejo de los agroecosistemas contempla áreas de pastoreo familiar (13 ha), áreas de cultivo (17 ha), área forestal (58 ha) y finalmente áreas en descanso o de relimpia (12 ha) registrados por Soto & Ferreira (2013).

En general, los agroecosistemas de la región están representados por los cultivos más predominante y de rentabilidad económica como el maíz (*Zea mays*), ají (*Capsicum baccatum var. pendulum*), maní (*Arachis hypogaea*) y entre otros varios frutales (Sardan 2012, Canaviri 2012, NATURA 2013, Churqui et al. 2014), ya que los mismos son cultivados en agroecosistemas en pendientes (laderas) y planos (llanos), además por su capacidad adaptativa a condiciones agroambientales (SERNAP 2011).

Pero, muchos de los parámetros físicos de calidad de suelos y la actividad biológica en los agroecosistemas, no responden ya a las exigencias del monocultivo del maíz. Por lo que fue necesario analizar diferentes indicadores agroambientales en los agroecosistemas de la comunidad del Zapallar del Municipio de Monteagudo que es parte del subandino de Chuquisaca Bolivia, con finalidad de facilitar a técnicos y agricultores diferentes parámetros de medición de degradación de los agroecosistemas para el uso y manejo sostenible de los agroecosistemas.

Materiales y Métodos

El estudio se realizó en 20 agroecosistemas de la microcuenca Tartagalito y Huacanqui de la comunidad del Zapallar (Fig.1), ubicada a cinco kilómetros del Municipio de Monteagudo, sobre el camino departamental Monteagudo-Santa Cruz. Zapallar es parte de la Zona Externa de Amortiguación (ZEA), de Manejo Integrado (MI) y Área de Protección (AP) del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño (PN-ANMISI). Geográficamente está en las coordenadas 20°06'36" latitud sur y 63°26'41" latitud oeste, a una altitud de 1153 m. La precipitación total anual de 1010 mm, presentando máximas de 166 mm en el mes de enero y mínimas de 10 mm en el mes de julio, además la temperatura media máxima supera los 20°C (SERNAP 2011, PDMM 2012).

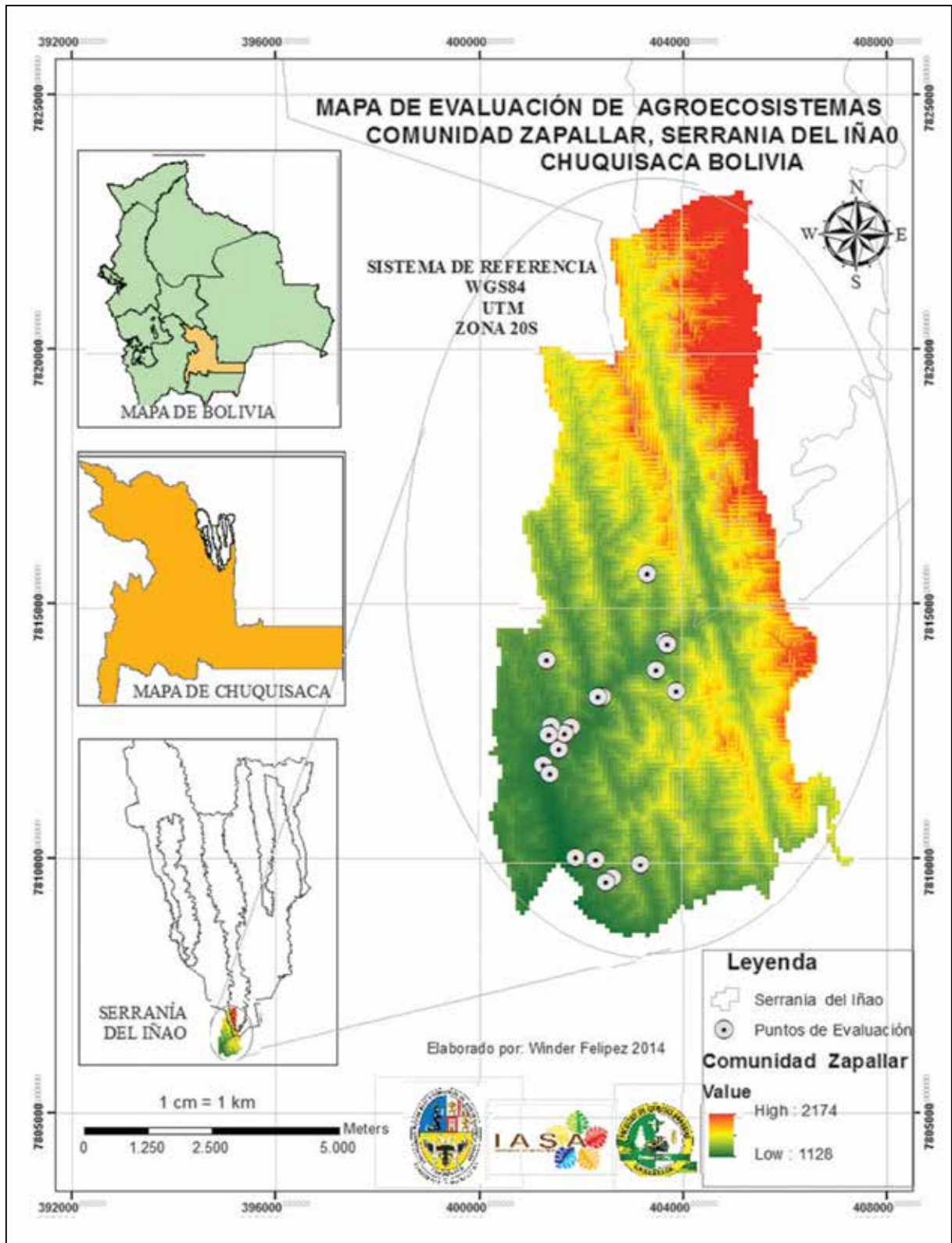


Figura 1. Mapa de ubicación de la comunidad de San Pedro del Zapallar, Municipio Monteagudo, Chuquisaca: Puntos de muestro en los agroecosistemas de maíz (*Zea mays*).

Planteamiento de indicadores agroambientales- *Participación de expertos locales (perspectiva local)*

Se aplicó 29 entrevistas semiestructuradas a hombres y mujeres jefes de familia, tomando una muestra compuesta por 50 familias con residencia permanente, obtenida con el cálculo de poblaciones finitas al 95% de confianza de Morales (2012). Las preguntas realizadas fueron: ¿Qué le indica que su agroecosistema (chaco, tierra/suelo, terreno, cultivo) esta degradado (pobre), en proceso de degradación (regular) o sin degradación (buena)?, de todos los indicadores que ha mencionado ¿Cuáles son los más importantes o mejores indicadores que le indican el estado de salud de sus agroecosistemas?. Después que el productor indicaba los más importantes, se les pidió que le asignen valores (1 al 10) a cada uno, de los indicadores considerado importante para incorporar al planteamiento de indicadores desde la perspectiva técnica.

- *Revisiones bibliográficas, participación de técnicos y otros expertos locales*

Se consultó los procesos metodológicos de Sarandón & Flores (2009), Rios (2010), García (2010), Cuesta & Chiriboga (2010), Bermudez (2007), George (2006), Fajador (2002), Cardernas *et al.* (2005). b) Se consultó a diez expertos técnicos (agrónomos, biólogos, ambientalistas y abogados) con preguntas como: ¿existen indicadores agroambientales que puedan medir la salud de los agroecosistemas?, ¿cuáles son los indicadores más importantes para medir mejor la salud de agroecosistemas?. c) se incorporó el planteamiento desde la perspectiva local y d) finalmente se adoptó las técnicas de Jiménez (2009), Obando *et al.* (2011), Ochoa *et al.* (2007), Cardernas *et al.* (2005), con el uso de las categorías de valoración con indicadores en: pobre (1-2), regular (3-4) y bueno (5). Las descripciones de cada indicador propuesto con fuentes de referencia que se visualiza en la Tabla 1.

Tabla 1. Planteamiento de indicadores agroambientales para evaluar agroecosistemas de la comunidad del Zapallar, en el subandino de Bolivia.

Indicadores Físicos	Valoración del indicador			Referencia Citada
	Pobre (1-2)	Regular (3-4)	Bueno (5)	
Infiltración del agua en el suelo.	El nivel del agua desciende menos de 2 cm en un minuto.	El nivel del agua desciende de 2 a 5 cm en un minuto.	El nivel del agua desciende más de 5 cm en un minuto.	USDA (2009) Reporte local (2014)
Color, olor y materia orgánica del suelo.	Suelo de color pálido; con mal olor (posible olor a químicos), no se nota la presencia de materia orgánica.	Suelo de color café o rojizo, sin mucho olor, con algo de materia orgánica.	Suelo de color negro o café oscuro, con olor a tierra fresca, abundante presencia de materia orgánica	USDA (1999; 2009) Reporte local (2014)
Compactación del suelo.	La sonda penetra menor a 0-14 cm. de profundidad.	La sonda de alambre penetra con dificultad hasta una profundidad 15-25 cm.	La sonda de alambre penetra con facilidad hasta 30 cm.	USDA (2009); Obando et al. (2011)
Humedad del suelo.	El suelo es seco (25-50 %) la muestra se desarma con poca presión.	En suelo húmedo (50-75%) se nota brillo en la superficie.	En suelo saturado (más de 100%) el agua se escurre entre los dedos al apretar la muestra del suelo.	CITRA (2012) Reporte local (2014)

Indicadores biológicos	Valoración del indicador			Referencia Citada
	Pobre (1-2)	Regular (3-4)	Bueno (5)	
Malezas	El % de cobertura sobre el suelo oscila entre 67% 100%, el número de individuos es mayor a 7 malezas.	El % de cobertura sobre el suelo oscila entre 34% 66%, el número de individuos es de 4-6 malezas.	El % de cobertura sobre el suelo es menor a 33, el número de individuos es de 0 a 3 malezas.	INATEC (2003); Bermudez (2007) Reporte local (2014)
Enfermedades del cultivo	Cultivo susceptible a enfermedades con más del 50% enfermo.	De 10 a 20% de las plantas con sistemas de leve a severo.	Cultivo resistente menos del 10% de las plantas con síntomas leves.	INATEC (2003); Bermudez (2007) Reporte local (2014)
Plagas insectiles del cultivo	Existe más de tres tipos de plagas insectos en la planta.	Una a dos tipo de plagas insectos en la planta.	Existe menor a uno tipo plaga de insecto en la planta.	INATEC (2003); Bermudez (2007) Reporte local (2014)
Macrofauna edáfica	Una a dos clases o tipos de animales del suelo.	Tres a cinco clases o tipos de animales del suelo.	Más de cinco clases o tipos de animales del suelo.	USDA (2009); Obando et al. (2011)
Lombrices en el suelo	0-2 lombrices	3-5 lombrices	Mayor a 6 lombrices	USDA (2009); Obando et al. (2011)
Agrobiodiversidad	Monocultivo de una o dos variedades.	Más de dos familias de cultivos rodeadas por vegetación natural o hierbas dominantes.	Diversidad de cultivos rodeada por otras plantas y producción pecuaria.	Cárdenas et al. (2005)

Los valores de calificación del conjunto de indicadores propuestos se integran en un Índice de Indicadores Agroambientales de Agroecosistemas -IIAA por medio de la expresión:

$$IIAA = \sum_{i=1}^n I_i \quad (1)$$

Donde I_i es el valor de e-ésimo indicador agroambiental y n es el total de indicadores planteados.

El rango del IIAA varía de acuerdo a los indicadores propuestos. Es así que sus valores oscilan entre 10 y 50, porque responde a la sumatoria de los 10 indicadores valorados, en una escala de 1 a 5, además de expresarse en porcentajes (Tabla 2). La propuesta del IIAA, es una adaptación de los planteamientos propuestos de Villanueva (2007), USDA (2009) y Zamorano (2003), donde plantean el Índice de Acumulación de Calidad de Suelos, su calificación porcentual y las asignaciones de valores.

Tabla 2. Calificación de indicadores agroambientales y asignación de valores de calidad y grado de alteración

Indicadores Biológicos (%)	Indicadores Físicos (%)	Características de calidad / sostenibilidad	Grado de alteración	Asignación de valor
0-33 (malezas) ≤ 10 (enfermedad) ≤ 10 (plagas insectiles) ≥ 50 (macrofauna edáfica) ≥ 60 (lombrices) ≥ 50 (agrobiodiversidad)	≥ 80 (Infiltración Color, Olor y MO Humedad del suelo) ≥ 30 (Compactación)	Alta	Ninguno	5
34-43(malezas) 11-20(enfermedades) 11-20(plaga insectil) 40 (macrofauna edáfica) 40-50 (lombrices) 31-40 (agrobiodiversidad)	60-80 (Infiltración Color, Olor y MO Humedad del suelo) 21-30 (Compactación)	Saludable/sostenible	Leve	4
44-66(malezas) 21-30(enfermedad) 21-30 (plagas insectil) 30 (macrofauna edáfica) 30-40 (lombrices) 21-30 (agrobiodiversidad)	50-58 (Infiltración Color, Olor y MO Humedad del suelo) 15-20 (Compactación)	Saludable/sostenible con medidas de remediación (sistemas agroforestales)	Moderado	3
67- 87 (malezas) 31-49 (enfermedad) 31-49 (plaga insectil) 20 (macrofauna edáfica) 20-30 (lombrices) 10-20 (agrobiodiversidad)	40-48 (Infiltración Color, Olor y MO Humedad del suelo) 10-14 (Compactación)	Saludable para sistemas agroforestales	Severo	2
88-100 (malezas) ≥ 50 (enfermedad) ≥ 50 (plaga insectil) ≤ 10 (macrofauna edáfica) ≤ 20 (lombrices) ≤ 10 (agrobiodiversidad)	≤ 40 (Infiltración Color, Olor y MO Compactación Humedad del suelo) ≤ 10 (Compactación)	No saludable (descanso de los agroecosistemas)	Extremo	1

Aplicación de indicadores agroambientales

Fue necesario elaborar un protocolo de evaluación de los indicadores propuestos, que contempló la descripción de características conceptuales, procedimiento de evaluación, pruebas básicas, materiales necesarios y categorización de valores en función a cada indicador propuesto. La categorización cualitativa y cuantitativa se fundamentó en criterios planteados por Ríos (2010) en ser medible, pertinente, disponible, eficiente y confiable.

El proceso de reconocimiento de los agroecosistemas de la comunidad de Zapallar, fue a través de una comunicación verbal con los pobladores locales en la reunión ordinaria comunitaria. El

recorrido fue conjuntamente con el guía de campo (experto local), donde se observó la exposición del agroecosistema (llano y pendiente), la especies vegetal más cultivada (*Zea mays*) y la cronosecuencia de periodos de uso de los agroecosistemas (número de campañas agrícolas).

Posteriormente, se formuló 10 planillas de registro de evaluación de los indicadores propuestos adaptados de la USDA (2009) y Zamorano (2003), que corresponden a cuatro indicadores físicos (infiltración, color, compactación y humedad) y seis indicadores biológicos (malezas, plagas insectiles, enfermedades, lombrices y macrofauna edáfica y agrobiodiversidad).

Diseño experimental y análisis de datos

El diseño experimental aplicado fue de bloques completos al azar, con cuatro tratamientos T1=1-2 y T2=3-10 campañas agrícolas en terrenos en laderas; T3=1-10 y T4=11- 30 campañas agrícolas en terrenos planos) en el cultivo de maíz (*Zea mays*). La unidad de evaluación fue de 0.5, con cinco repeticiones, haciendo un total de 20 unidades muestrales. El sistema de evaluación fue en diagonal, tomando en cuenta de cada unidad de evaluación, tres sub-evaluaciones, a excepción del indicador de agro biodiversidad (una sub-evaluación) e infiltración (dos subevaluaciones). La exposición de los agroecosistemas corresponden a 0-20% de pendiente para los terrenos planos o pampas y 30-60% de pendiente para las laderas.

La época de evaluación se efectuó en el mes de febrero del 2014, en total en 20 agroecosistemas (a1 - a20) que corresponden a las microcuencas de Tartagalito y Huacanqui de la comunidad de Zapallar, los factores ambientales preponderantes durante el desarrollo de trabajo, fueron precipitaciones pluviales muy leves y nubosidades pasajeras. La evaluaciones de indicadores fue analizado según la variable exposición de los agroecosistemas (pendiente y plano), ambas con repeticiones (10 agroecosistemas), valorados según el diseño y protocolo planteado. Las ponderaciones de cada indicador, generan el planteamiento del Índice de los Indicadores Agroambientales (IIAA) con

resultados de los tres más sobre salientes.

En análisis estadístico correspondió a la aplicación de un ANOVA de una vía, con pruebas de comparación de Tukey al 0.05 de significancia en Infostat (versión 17/07/2013), para dar respuesta al comportamiento de los tratamientos y las variables de dependientes.

Resultados*Evaluación agroambiental de los agroecosistemas en laderas*

La Tabla 3 presenta la matriz de resultados de la evaluación de 10 indicadores agroambientales propuestos en agroecosistemas de laderas. Las evaluaciones más representativas se ilustran en la Figura 2, donde el agroecosistema (a1) tiene un valor favorable en relación al resto, esto se debe a la menor presencia de cobertura de malezas, plagas insectiles y enfermedades, menor compactación del suelo y muy favorables el color, olor y materia orgánica al igual de que la diversidad agrícola. El agroecosistema (a7) muestra diferencias con el (a1), por la mayor presencia de macrofauna edáfica, lombrices y por la humedad e infiltración del agua en el suelo. Finalmente la peor evaluación en los agroecosistemas pendientes es (a5), esta debido a la menor presencia de lombrices en el suelo y la diversidad agrícola.

Tabla 3. Reporte de la evaluación de los

agroecosistemas de maíz en terrenos en pendiente, con indicadores e índices de indicadores agroambientales-IIAA

Agroecosistema (a)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indicadores Agroambientales-IA	Valoración del Indicador									
1	4	3	3	4	3	3	3	3	3	2
2	4	4	2	3	3	3	4	3	3	3
3	3	1	2	2	3	3	2	3	2	3
4	4	3	3	4	3	4	4	4	3	4
5	5	1	4	5	2	4	4	5	3	5
6	4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
7	5	4	4	3	4	4	4	4	4	4
8	5	4	4	4	3	4	4	4	4	4
9	2	3	2	2	2	2	3	2	2	1
10	3	5	3	4	3	3	4	3	3	2
IIAA	39	30	30	34	29	32	35	34	30	30

a 1: Máximo Plata, 2: Marcial Barja, 3: Sabino Padilla, 4: Florencio Flores, 5: Julio Flores, 6: Juan Arancibia, 7 y 8: Teófilo Escobar, 9: Freddy Chaure, 10: Mario Vedia

IA: 1: Color, Olor y MO, 2: Compactación del suelo, 3: Infiltración del agua en el suelo, 4: Cobertura de malezas, 5: Agrobiodiversidad, 6: Humedad del suelo, 7: Incidencia plagas insectiles, 8: Incidencia de enfermedades, 9: Lombrices; 10: Macrofauna edáfica

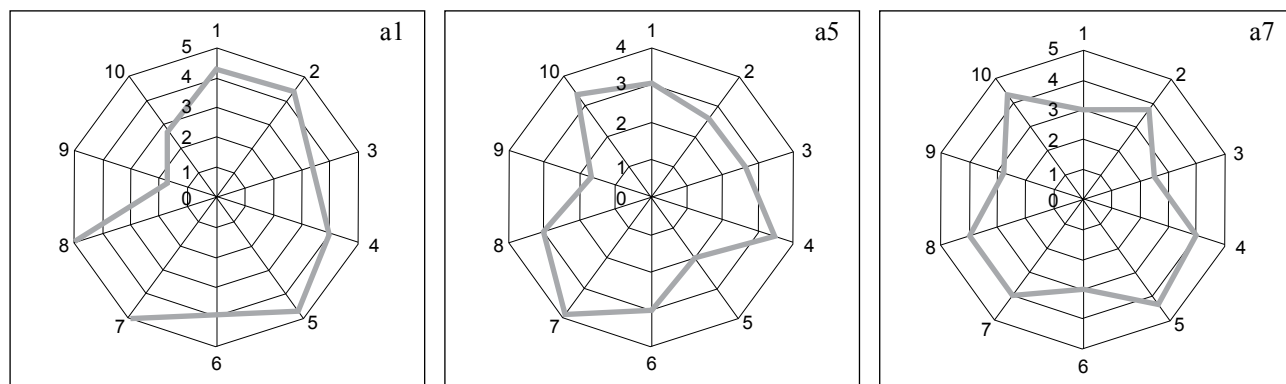


Figura 2. a1) Agroecosistema en mejor condición, a5) Agroecosistema en mala condición, a7) Agroecosistema en condiciones regulares. 1: Color, Olor y MO, 2: Compactación del suelo, 3: Infiltración del agua en el suelo, 4: Cobertura de malezas, 5: Agrobiodiversidad, 6: Humedad del suelo, 7: Incidencia plagas insectiles, 8: Incidencia de enfermedades, 9: Lombrices; 10: Macrofauna edáfica.

Evaluación agroambiental en agroecosistemas de maíz en terrenos planos

La matriz de los agroecosistemas planos se visualiza en la Tabla 4, y las evaluaciones más representativas se ilustran en la Figura 3, donde el agroecosistema (a2) tiene un valor favorable en relación al resto, esto se debe por la presencia alta de lombrices y macrofauna edáfica y control regular de plagas y enfermedades. El

agroecosistema (a1) muestra diferencias con el (a2) por la menor presencia de lombrices y una diversidad regular de macrofauna edáfica y la compactación del suelo es menor. Finalmente la evaluación resulto bajo en los agroecosistemas planos (a7), esto debido a la mayor cobertura de malezas y menor presencia de lombrices, a pesar de que el cultivo este regularmente controlado.

Tabla 4. Reporte de la evaluación de los agroecosistemas de maíz en terrenos planos con indicadores e índice de indicadores agroambientales (IIAA)

Agroecosistema (a)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Indicadores Agroambientales-IA	Valoración del Indicador									
1	2	3	2	3	3	2	2	2	2	2
2	5	3	5	4	3	3	3	3	4	4
3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4
5	2	3	2	4	3	1	1	1	1	1
6	4	3	3	3	3	3	4	4	3	3
8	3	4	4	3	4	3	3	3	3	4
8	2	2	2	4	4	4	4	4	4	4
9	1	5	1	1	3	1	1	1	2	1
10	4	4	2	3	3	2	3	2	2	3
IIA	31	33	28	28	30	32	26	28	27	28

a 1: Máximo Plata, 2: Marcial Barja, 3: Sabino Padilla, 4: Claudio Flores, 5: Julio Flores, 6: Juan Arancibia, 7: Andrés Cárdenas, 8: Gustavo Navia, 9: Ariel Salazar, 10: Mario García*

IA: 1: Color, Olor y MO, 2: Compactación del suelo, 3: Infiltración del agua en el suelo, 4: Humedad del suelo, 5: Cobertura de malezas, 6: Agrobiodiversidad, 7: Incidencia plagas insectiles, 8: Incidencia de enfermedades, 9: Lombrices; 10: Macrofauna edáfica.

- Se menciona los nombres de los productores, propietarios de los agroecosistemas evaluados.

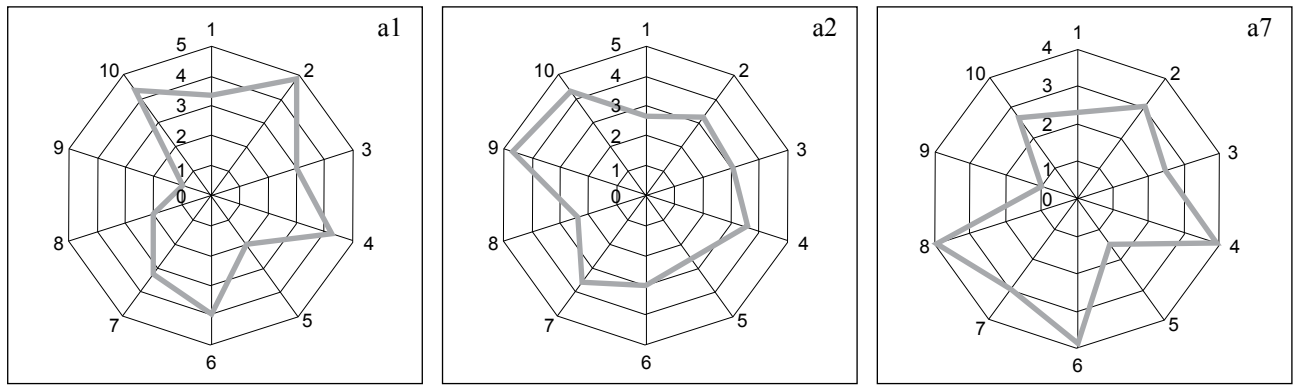


Figura 3. a1) Agroecosistema en condiciones regulares, a2) Agroecosistema en mejor condición, a7) Agroecosistema en malas condiciones. 1: Color, Olor y MO, 2: Compactación del suelo, 3: Infiltración del agua en el suelo, 4: Cobertura de malezas, 5: Agrobiodiversidad, 6: Humedad del suelo, 7: Incidencia plagas insectiles, 8: Incidencia de enfermedades, 9: Lombrices; 10: Macrofauna edáfica

Efecto del número de las campañas agrícolas en los agroecosistemas (años de uso)

El análisis de varianza reporta que existen diferencias significativas según el diseño evaluado entre los tratamientos de 1-2 campañas agrícolas (laderas) y de 16-30 campañas agrícolas (planos), en relación al resto (Tabla 3). La diferencia radica en el periodo de la habilitación de los nuevos agroecosistemas con trayectoria de solo dos campañas agrícolas, en relación a agroecosistemas tiene mayor trayectoria por el numero de campañas agrícolas (Natura 2013), (SERNAP 2011), (PDM Monteagudo 2007) y (Soto & Ferreira 2013). Según la perspectiva local, los agroecosistemas con mayor trayectoria, tuvieron por los menos dos descansos no consecutivos, debido a la transferencia de propietario y venta de productos de maíz de los agroecosistemas de la comunidad de Zapallar.

Discusión

Las afirmaciones del SERNAP (2011) y PDM de Monteagudo (2007) concuerdan con las evaluaciones de los agroecosistemas en laderas, ya que el monocultivo del maíz (*Zea mays*) practicado en la comunidad de Zapallar, ha degradado la actividad biológica de los suelos (abundancia de macrofauna edáfica, presencia de lombrices). También por el uso de agroquímicos, lavado de la materia orgánica del suelo por la acción de la lluvia, quema del suelo por los chaqueos, menor periodo de descanso del terreno y entre otros la falta de rotación de cultivos, causando modernamente la proliferación de plagas insectiles, malezas y enfermedades por los controles que se van aplicando al cultivo: Las campañas agrícolas oscilan entre 1-3 años, y generalmente están destinadas a la producción de maíz por tener mejores condiciones de adaptación para este cultivo.

Tabla 3. Análisis de la varianza de Tipo I en relación al número de las campañas agrícolas entre los agroecosistemas en laderas y planos en la comunidad de Zapallar.

Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=5.36754

Error: 8,7993 gl: 16

Tratamientos Medias n E.E.

1-2 campañas agrícolas (laderas) 34.40 5 1.33 A

3-10 campañas agrícolas (laderas) 32.60 5 1.33 A B

1-15 campañas agrícolas (planos) 29.97 5 1.33 A B

16-30 campañas agrícolas (planos) 28.40 5 1.33 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0.05)

El comportamiento de los agroecosistemas planos, está en función a la producción continua de maíz (*Zea mays*), maní (*Arachis hipogaea*), ají (*Capsicum baccatum var. pendulum.*) y papa (*Solanum tuberosum*) por más de 30 campañas agrícolas. Donde la calidad del suelo ha disminuido gradualmente según el análisis físico-químico realizado por Orias (2010), quien indica que a menor profundidad, la materia orgánica, los macro nutrientes (N, P, K) son menores en relación a mayor profundidad del suelo. También estos agroecosistemas tienen mayor proliferación de plagas insectiles, malezas, enfermedades particularmente en el maíz, ya que también son considerados agroecosistemas semi-mecanizados donde se aplica riego.

Conclusiones

El comportamiento de los agroecosistemas de maíz en terrenos en laderas tienen menor presencia de malezas, plagas insectiles, compactación del suelo y muy favorables el color del suelo (materia orgánica y olor) particularmente cuando son utilizados entre 1-2 campañas agrícolas. También tienen menor presencia de macrofauna edáfica y diversidad agrícola cuando el uso está dispuesto en periodos de 3-10 campañas agrícolas.

Los agroecosistemas planos tienen menor presencia de macrofauna edáfica, lombrices y por lo contrario tiene mayor cobertura de malezas, además, los controles con pesticidas son regulares para evitar la proliferación de plagas y enfermedades en el cultivo de maíz

Existen diferencias significativas entre los agroecosistemas en laderas (1-2 campañas agrícolas) y los agroecosistemas ubicados en terrenos planos (16-30 campañas agrícolas). Los indicadores agroambientales diseñados y aplicados en el estudio, permitieron evaluar las características físicas y biológicas de los agroecosistemas de maíz para fines de remediación de suelos y su conservación.

Agradecimientos

Se agradece a los pobladores de la comunidad de Zapallar y al equipo técnico del proyecto BEISA 3-Facultad de Ciencias Agrarias –Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca por el apoyo en la investigación.

Referencias

- ABT. 2010. Informe Anual 2010, Santa Cruz, Bolivia: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra.
- ABT. 2011. Informe Anual de la ABT Gestión 2011. In Autoridad de Bosque y Tierra. Santa Cruz, Bolivia: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra, 1–92.
- ABT 2013. Informe de avances y resultados Gestión 2012. In Autoridad de Bosque y Tierratoridad de Bosque y Tierra,. Santa Cruz, Bolivia: Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra, pp. 1–79.
- Altieri, M. & C. I. Nicholls. 2000. Teoría y práctica para una agricultura sustentable. In Agroecología. D.F. Mexico: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, pp. 4–257.
- Arancibia, R. 2010. Serie de Investigación de estado ambiental: Informe de estado ambiental del departamento de Chuquisaca 2010 Edwin Alva. Liga de Defensa del Medio Ambiente, ed., La Paz, Bolivia: SOIPA.
- Bermudez, M.B. 2007. Determinación de indicadores agroecológicos en sistemas agroforestales y de medios de vida de fincas cafeteras de Magister Scientiae en Agricultura Ecológica María Bianney Bermúdez Cardona. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Canaviri, M. 2012. Incidencia de plagas y enfermedades en los agro ecosistemas de ají, maní, maíz y papa en las Comunidades Iripiti y Zapallar del PN ANMI Serranía del Ñaño del Dpto. Chuquisaca. Informe de pasantía para optar el título de técnico superior en agronomía, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA 3. Chuquisaca. 34.
- Cárdenas GI, Gomez H, Idarraga A, Vasquez L. 2005. Desarrollo y Validación de Metodología para Evaluar con Indicadores la Sustentabilidad de Sistemas Productivos Campesinos de la Asociación de Caficultores Organicos de Colombia- ACOC. Programa Agron UNISARC. 1–17.
- CCE. 2006. Establecimiento de indicadores agroambientales para el seguimiento de la integración de las consideraciones medioambientales en la política agrícola común, Bruselas.

- Churqui M, Lozano R, Serrano M, Cespedes A. 2014. Evaluación de la agrobiodiversidad en los agroecosistemas del PN-ANMI Serranía del Iñaño (Bolivia , Chuquisaca). ACTA Nov. 6: 165–193.
- CITRA. 2012. Manejo de Agua en el Suelo, Santiago, Chile. Available at: citra@citraulca.cl.
- Concepción, E. D. & Díaz, M., 2013. Medidas agroambientales y conservación de la biodiversidad: Limitaciones y perspectivas de futuro. *Ecosistemas*, 22(1), pp.44–49.
- Cuesta, F. & C. Chiriboga. 2010. Indicadores de Evaluación del Impacto del Cambio Climático Sobre la Biodiversidad de los Países de la Comunidad Andina de Nacionales. In CONDESAN-UICN-SUR. Quito, Ecuador, pp. 1–102.
- Fajador, E. N. 2002. Indicadores para el Manejo de los Bosques en Honduras con Énfasis en Cuencas Hidrográficas. In Tesis de Maestría, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Turrialba, Costa Rica, 101.
- FAO. 2007. Cambio climático y seguridad alimentaria : un documento de marco. In Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma, Italia. 24.
- FAO. 2013. Taller de Presentación del Estudio de Políticas Agroambientales en Chile: Proyecto GCP/RLA/195/BRA, Santiago, Chile.
- García, G. D. 2010. Conceptos y metodología de la investigación histórica * Concepts and methodology of historical research. 36(1), 9–18.
- George, A. 2006. Estudio comparativo de indicadores de calidad de suelo en fincas de café orgánico y convencional en Turrialba , Costa Rica. In Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE. Turrialba, Costa Rica, 118.
- INATEC. 2003. Niveles y umbrales de daños económicos de las plagas. In A. Pitty, J. Lopez, & D. Matute, eds. Manual para el Estudiante de Primer Año de Bachillerato Técnico. América Central: Instituto Nacional Tecnológico, Dirección General de Formación Profesional. 53.
- Jiménez. M. 2009. Resiliencia de los ecosistemas naturales terrestres de Costa Rica al cambio climático. In Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica: Programa de Educación para el Desarrollo y la Conservación, Escuela de Posgrado, 155.
- LIDEMA. 2011. Cartilla de Medios de vida y cambio climático, La Paz- Bolivia: Liga de Defensa del Medio Ambiente.
- LIDEMA. 2010. Estado Ambiental de Bolivia 2010, La Paz, Bolivia: Liga de Defensa del Medio Ambiente.
- Lima, P.T., J.G.C. Castillo & R.A. Barradas. 2011. Vulnerabilidad agroambiental frente al cambio climático. *Agendas de adaptación y sistemas institucionales. Política y Cultura*, (36), 205–232.
- Lugo-Morin, D.R. 2007. Evaluación del riesgo agroambiental de los suelos de las comunidades indígenas del estado Anzoátegui, Venezuela. *Ecosistemas*, XVI(1).
- Lugo-Morin, D. R. & J. C. Rey. 2009. Evaluación de la Vulnerabilidad a la Degradación Agroambiental a Traves del Uso del Sistema Microleis en los Llanos Centrales de Venezuela. *Int. Contm, Ambient*, 25(1), 43–60.
- Masera, O., M. Astier & S. Lopez-Ridaura. 1999. El Marco de Evaluación MESMIS. In *Sustentabilidad y Sistemas Campesinos*. Mexico, 13–44.
- NATURA. 2013. Informe Socioeconómico del Chaco-Monteaugudo, Monteaugudo, Bolivia.
- Obando, F., I. Tobasura & J. Miranda. 2011. Evaluación de la calidad del suelo por medio de indicadores locales en sistemas con predominio de café y ganadería en zonas de ladera en Colombia. In C. Villanueva, C. J. Sepúlveda L., & M. Ibrahim, eds. Manejo agroecológico como ruta para lograr la sostenibilidad de fincas con café y ganadería. Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 260.
- Ochoa V, Hinojosa B, Gómez-muñoz B, García-ruiiz R. 2007. Actividades enzimáticas como indicadores de calidad del suelo en agroecosistemas ecológicos. 1.
- Orias, J. 2010. Uso actual y valor cultural de las plantas nativas útiles en las Comunidades de Entierillos y Santiago de Las Frías del PN-

- ANMI Serranía del Iñaño del Dpto. Chuquisaca. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA2. Chuquisaca. 57.
- PDMM. 2012. Plan de Desarrollo Municipal de Monteagudo, Monteagudo, Bolivia: Gobierno Autonomo Municipal de Monteagudo, Provincia Hernando Siles, Chuquisaca, Bolivia.
- Rios, S. J. 2010. Vulnerabilidad al Cambio Climático de tres grupos de productores agropecuarios en el Área de influencia del Bosque Modelo Reventazón (BMR) - Costa Rica. Centro Agronomico Tropical de Investigación y Enseñanza-CATIE, 132.
- Sarandón, S. J. & C. C. Flores. 2009. Evaluación de la Sustentabilidad en Agroecosistemas : Una Propuesta Metodologica. Agroecología, 4, pp.19–28.
- Sardán, S. 2012. Diagnóstico de la diversidad de variedades cultivadas en los agroecosistemas de ají, maní, maíz y papa en las comunidades de Acero Norte del municipio de Monteagudo y Pedernal del Municipio de Padilla del Dpto. Chuquisaca. Informe de pasantía para optar el título de técnico superior en agronomía, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA 3. Chuquisaca. 39.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo 2012-2021:Parque Nacional y Area Natural de Manejo Integrado Serrania del Iñaño. In Parque Nacional y Area Natural de Manejo Interado Serrania del Iñaño. Monteagudo, Bolivia: Servicio Nacional de Areas Protegidas. 282.
- Soto, J. & D. Ferreira. 2013. Monitoreo de Termino Medio de las variables Agro Socio-Economicas en Seis Comunidades del Area de Trabajo del Proyecto BEISA 3. Facultad de Ciencias Agrarias, 133.
- USDA. 1999. Guía para la Evaluación de la Calidad y Salud del Suelo. Instituto de Calidad de Suelos, Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, 88.
- USDA. 2009. Soil Quality Card EM8710-E ed. V. Valley, ed., Oregon, Estados Unidos: Extesin Service, Oregon State University.

Producción de semillas de una variedad promisorio de maíz (*Zea mays*) en las comunidades de Azero Norte y Zapallar del Municipio de Monteagudo

Seed production of a promising maize variety (*Zea mays*) in the communities of Azero Norte and Zapallar, Monteagudo Municipality

Heriberto Reynoso Montes^{1*}

¹Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Calle Calvo N° 132, Casilla Postal 1046, Sucre – Bolivia.

*hery_reynoso@hotmail.com

Resumen

Se establecieron dos lotes de producción de semillas de maíz (*Zea mays*) de la variedad IBO-128 en dos comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño, durante las campañas agrícolas 2012-2013. El objetivo fue evaluar las características agronómicas de la variedad, con datos provenientes del Centro de Investigación e Innovación de Tecnología Agropecuaria Iboperenda (CIITAI) donde se liberó esta variedad de maíz, a efectos de determinar la interacción entre el genotipo-ambiente. Las variables evaluadas fueron: días a la floración; altura de planta, altura de inserción de mazorca, prolificidad, cobertura y tamaño de la mazorca; tipo de grano y rendimiento (t/ha). Se han encontrado diferencias en relación a los valores de las variables evaluadas entre las comunidades y en comparación con el lugar de procedencia de la variedad, obteniendo valores inferiores en la comunidad de Azero Norte y mayores en Zapallar, con rendimientos de 4.08 t/ha y 4.65 t/ha respectivamente, que podría atribuirse al tipo de suelo y condición de humedad favorable en la comunidad del Zapallar. Las condiciones agroclimatológicas de ambas comunidades determino la manifestación fenotípica y la variación en las características agronómicas de la variedad de maíz.

Palabras clave: Interacción genotipo-ambiente, mejoradores de semillas, semillas de calidad, rendimiento, variedad promisorio

Abstract

Two maize seed production lots (*Zea mays*) were established with the variety IBO-128 in two communities of the Serranía del Iñaño National Park and Natural Integrated Managed Area, during the agricultural campaigns of 2012 to 2013. The objective was to evaluate the agricultural characteristics of the variety with data from the Centre for Investigation and Agro-Technological Innovation 'Iboperenda' (CIITAI), where this variety of maize was founded, to the effects in order to determine the interaction between gene type environments. The variables evaluated were: days to flowering, plant height, size, prolificacy, cover and size of the cob, type of grain and yield (t/ha). Differences were encountered in the relation to the values of the variables evaluated between the communities and in comparison with the place of origin of the variety, obtaining lower values in the communities of Azero Norte and higher values in Zapallar with yields of 4.08 t/ha and 4.65 t/ha respectively, which could be due to the type of soil and favorable humidity conditions in the Zapallar community. The agroclimatological conditions of both communities determined the phenotypic manifestation and the variation in the agronomic characteristics of the variety of maize.

Key words: Genotype-environment interaction, quality seeds, promising variety, seed improvement, yield.

Introducción

El Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA), indica que la producción mundial de maíz del año 2013 fue de 988.57 millones de toneladas, además esta institución estima que la producción mundial de maíz el 2014/2015 sería de 989.30 millones de toneladas, cerca de 3.18 millones de toneladas más que podría significar un incremento de 2.13 millones de toneladas o un 0.22% en la producción de maíz alrededor del mundo (FAO STAT 2014).

Los fitomejoradores de semillas han realizado un trabajo activo, produciendo una gama de variedades de la mayoría de especies cultivadas en el mundo, es así que este aumento de variedades a través de la producción de semillas permite al agricultor, tener una mayor variedad de semillas, dando la oportunidad de escoger la semilla más adecuada para cada región (Espinosa et al. 1995, 1997). También nos permite la producción de semillas, obtener mejores resultados en cuanto al rendimiento, a la propagación de especies que presenten características de resistencia a algún patógeno (INTA 2008).

El principal insumo agrícola, para alcanzar un alto rendimiento, es la utilización de semilla de calidad, registradas por el Instituto Nacional de Innovación Agropecuaria Forestal (INIAF), después de procesos eficientes de selección y mantenimiento para la obtención de semillas de alta calidad genética y respuesta fenotípica favorable a determinadas condiciones agroecológicas. La multiplicación de semillas de maíz, requiere de información técnica, sobre el manejo agronómico, en áreas de adaptación óptima, fechas de siembra, coincidencia a floración, forma correcta de eliminación de plantas indeseables, densidad de población, fertilización convencional, respuesta a biofertilizantes, además de otra información que permita la obtención de los rendimientos más elevados de cada variedad, así como semilla certificada (Ramírez & Córdoba 1992).

En nuestro país, la producción de maíz, según la Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo (ANAPO 2014), informa que la superficie de maíz del área cultivada registró un crecimiento del 28% en la gestión 2014. El año pasado en la campaña de verano 2012 – 2013 se cultivaron 72 000 hectáreas y durante la presente campaña 2013 – 2014, 100 000 hectáreas.

Los buenos precios internos (Bs 120 el quintal), han llevado a que la superficie cultivada de maíz para esta campaña de verano se incremente notoriamente en comparación de la similar campaña del año pasado.

Información obtenida de los Planes de Desarrollo Municipal en los Municipios de Monteagudo, Villa Vaca Guzmán y Huacareta, las superficies de producción de maíz son elevadas en comparación a otros cultivos, desde la gestión 2009 la superficie de producción (25 000 ha), han incrementado en un 5%, por tanto se puede mencionar que en las zonas productoras de maíz en el Chaco Chuquisaqueño, existe aproximadamente 37 550 ha cultivadas con diferentes variedades de maíces. De acuerdo al incremento de las superficies de producción comercial de maíz en zonas productoras, existe el incremento relativo por la demanda de semilla certificada, el proceso productivo y el procesamiento de la semilla en los Municipios de Monteagudo, Huacareta y Villa Vaca Guzmán, ha sido reforzado institucionalmente con la creación de la Asociación Regional de Productores Semilleristas (ARPROS) en el Chaco de Chuquisaca, se está incentivando al incremento de las superficies de producción de semillas abriendo además otros canales para su comercialización.

La demanda creciente por semilla en las comunidades del área protegida (PN-ANMI Serranía del Iñao), y otras de los Municipios de Monteagudo y Villa Vaca Guzmán y Huacareta, han impulsado a iniciar con procesos de producción y mantenimiento de semillas de variedades promisorias de maíces, bajo métodos viables y accesibles para su aplicación in situ, a nivel de los pequeños productores de las comunidades del PN-ANMI Serranía del Iñao.

Por tanto, el objetivo general de esta investigación, fue producir semilla de calidad de variedades promisorias de maíz como la variedad IBO 128 registrado por la ex CORDECH (INIAF 2009), en terrenos agrícolas de pequeños productores, para contribuir en la atención de las demandas insatisfechas de semillas de los agricultores, y ofertar semillas de calidad de variedades que han sido obtenidas en el Centro de Investigación e Innovación de Tecnología Agropecuaria – Iboperenda (CIITAI). Entre las principales variables se evaluó la adaptabilidad de la variedad promisorias de maíz, en función al rendimiento en las comunidades del área protegida PN-ANMI Serranía del Iñao. La variedad

de maíz IBO-128, respondió favorablemente en las condiciones agroecológicas de las comunidades donde se realizó la investigación, demostrando estabilidad fenotípica y alto rendimiento, en comparación con las variedades que usan actualmente los productores.

Materiales y Métodos

Área de Estudio.

El trabajo de investigación se realizó en las comunidades de Azero Norte y El Zapallar en el Municipio de Monteagudo del departamento de Chuquisaca, estas comunidades forman parte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. La comunidad de El Zapallar se encuentra a 5 km de la ciudad de Monteagudo a una altitud de 1120 m, la precipitación promedio anual oscila entre 800 a 900 mm/año, la temperatura promedio anual es de 23°C y una humedad relativa del ambiente promedio de 76%, la principal actividad económica de esta comunidad es la producción de maíz, seguido del maní, ají y otras leguminosas de grano. La comunidad de Azero Norte se encuentra al norte del Municipio de Monteagudo, aproximadamente a 97 km, a una altitud de 1178 m, la precipitación promedio anual es de 500 a 600 mm, temperatura media anual de 21°C y una humedad relativa del ambiente de 72%, la principal actividad económica en esta comunidad es la producción de maíz, maní, ají y otras leguminosas de grano.

En el municipio de Monteagudo la principal actividad económica, está determinada por la actividad agrícola y pecuaria, en gran porcentaje las familias tienen en sus sistemas de producción, cultivos de maíz, maní, ají, frejoles, en pequeñas superficies se pueden identificar a los cultivos de yuca y papa. La tecnología que emplean las familias en sus parcelas de producción es parcialmente mecanizada, debido a que los suelos presentan topografía irregular, presencia de suelos relativamente planos en bajo porcentaje.

Diseño Experimental.

En la campaña agrícola 2012-2013, se establecieron lotes de producción de semillas de maíz en la variedad IBO-128, cuyo material genético original es la población 28 que es conservada por el CIMMYT-México. Esta variedad está en mantenimiento desde hace más de 30 años en el

Centro de Investigación e Innovación de Tecnologías Agropecuarias-Iboperenda (CIITAI), institución dependiente de la Gobernación de Chuquisaca. Este Centro en años anteriores estuvo bajo la dependencia de la ex CORDECH (Corporación Regional de Desarrollo de Chuquisaca), entidad que registró la variedad como obtenedor el año 1999 con el número MA-010-90 el año 1990 (INIAF 2009).

La superficie para la producción de semillas en cada comunidad fue de una hectárea, establecidos en predios de los productores, la densidad de siembra de 80 000 a 85 000 plantas/ha. Para efectos de evaluación de las características agronómicas, se han tomado al azar muestras de plantas en un 10% de la población total del cultivo, en cada uno de los lotes semilleros.

Se realizó la preparación de los terrenos con maquinaria agrícola, esta labor consistió en la remoción y preparado de la cama de siembra con el implemento agrícola conocido como rastra de tiro. En la comunidad de Azero Norte la siembra del lote semillero de maíz de manera tradicional (yunta de bueyes), depositando la semilla en forma manual a una densidad de siembra de 0.70 m entre surcos y a una distancia de siembra entre plantas de 0.50 m, depositando dos semillas por sitio. En la comunidad de El Zapallar la siembra del lote semillero de maíz fue mecanizada, con una sembradora de granos de cuatro tachos, regulados a una distancia de 70 cm entre surcos, depositando las semillas a una distancia de entre 20 a 25 cm (3 a 4 semillas/metro lineal).

Las principales labores culturales realizadas en los lotes semilleros fueron:

Control de malezas, las mismas que compiten con el cultivo, por los nutrientes del suelo y pueden ser transmisores de enfermedades y/o hospederos de larvas de plagas insectiles. El control fue químico y manual en diferentes épocas del desarrollo del cultivo, eliminando las malezas perjudiciales a los cultivos. El aporque del cultivo de maíz, realizado en la comunidad de Azero Norte, con el propósito de remover la capa superficial del suelo para brindar mayor oxigenación y estabilidad a las plantas.

El control del ataque de plagas insectiles, en esta caso se acudió al empleo de agroquímicos, los mismos recomendados dentro el Manejo Integrado de Plagas (MIP) y en la producción agroecológica.

Cuando las plantas alcanzaron su ciclo fisiológico, se realizó la cosecha de manera tradicional, considerando los registros de otros datos agronómicos de importancia, como ser: Número de plantas cosechadas, peso de campo y porcentaje de humedad. Durante el desarrollo de los cultivos en los lotes semilleros se han realizado las siguientes evaluaciones agronómicas que se describen en la Tabla 1.

Tabla 1. Variables agronómicas evaluadas en el estudio

Variables	Método de evaluación
Ataque de plagas insectiles	Esta variable agronómica fue evaluada con una escala de calificación (1: sin ataque, 2: ataque leve, 3: ataque severo)
Días a floración masculina y femenina	Variable registrada en función al número de días transcurridos desde la siembra hasta el desarrollo del 50% de espigas y 50% de los estigmas.
Altura de planta	Variable registrada con la ayuda de una regla graduada de 3 m. de altura. La regla se apoya en la base y se realiza la lectura con la última hoja bandera de la planta.
Altura de inserción de la mazorca	Con la regla graduada, se aprovecha en realizar la medición de altura de mazorca, dato obtenido en cm.
Prolificidad de mazorcas	Se cuenta el número de mazorcas presentes en una planta que presente granos maduros.
Cobertura de mazorca	Se aplica una escala de calificación de la cobertura de la mazorca (1: excelente, 2: regular, 3: mala).
Tamaño de mazorca	Se mide la longitud total de la mazorca
Tipo de grano	Se toman muestras de granos de varias mazorcas y se realiza la observación a la corona para calificar (SD: grano semi-dentado, D: grano dentado, F: grano vítreo).
Rendimiento	Una vez determinado el peso de campo y el porcentaje de humedad del grano, se realiza el cálculo de rendimiento de acuerdo a la fórmula establecida.

Comparaciones de la variedad de maíz IBO-128

Se ha recopilado del INIAF – Chuquisaca, la documentación sobre las características originales de la variedad IBO-128, liberado el año 1990 por el Centro Experimental Iboperenda, ahora conocido como Centro de Investigación e Innovación de Tecnología Agropecuaria – Iboperenda (CIITAI), institución dependiente de la Gobernación de Chuquisaca.

Resultados

Determinación de las características agronómicas de la variedad IBO-128

Las plantas del lote semillero de maíz en la localidad de Azero Norte alcanzaron entre 62 y 70 días la floración masculina y femenina respectivamente, a

un promedio de altura de planta 2.70 m y altura de inserción de mazorca 1.50 m, con cierta tendencia a formar dos mazorcas por planta. La cobertura de mazorca fue regular y el tamaño alcanzó un promedio de 30 cm, grano dentado amarillo y el rendimiento promedio fue de 4.09 t/ha.

Mientras que en la comunidad de El Zapallar, las plantas alcanzaron la floración masculina y femenina a los 64 y 72 días respectivamente, la altura de planta promedio fue de 2.82 m y altura de inserción de mazorca de 1.65 m, también las plantas manifestaron tener cierta tendencia a formar una segunda mazorca. La cobertura de mazorca fue regular ya que las brácteas en algunas plantas no logran cubrir estrechamente la mazorca, el tamaño de mazorca promedio es 32 cm, tipo de grano dentado y rendimiento promedio de 4.65 t/ha.

Tabla 2. Características agronómicas de la variedad de maíz IBO-128, en dos localidades del PN ANMI Serranía del Iñao Gestión Agrícola 2012-2013

Localidad	Datos promedio de las características agronómicas evaluadas								Rendimiento (t/ha)
	Floración Masculina (Días)	Floración Femenina (Días)	Altura de planta (m)	Altura de Inserción de mazorca (m)	Prolificidad de mazorcas	Cobertura de mazorca *(Esc 1-3)	Tamaño de mazorca (cm)	Tipo de grano	
Azero Norte	62	70	2.70	1.5	1.5	2	30	Dentado	4.09
Zapallar	64	72	2.82	1.65	1.5	2	32	Dentado	4.65

1: excelente, 2: regular, 3: mala

Comparación de las características con originales de la variedad IBO-128 con las características evaluadas en Azero Norte y Zapallar (2012-2013)

Realizada la comparación de las características agronómicas principales de la variedad original respecto a las plantas que corresponden a la parcela semillera de la comunidad de Azero Norte (Fig. 1a), existe una diferencia de hasta 2 días en la floración masculina y femenina, por tanto se manifiesta cierta precocidad de la variedad en el nuevo ambiente agroecológico. En relación a la altura de planta e inserción de mazorca existen diferencias de 0.08 y 0.06 m, que no es significativo en relación a la variedad original (Fig. 1b y Fig. 1c). Se mantiene la característica de prolificidad en 1.5 mazorcas por

planta, la cobertura de mazorca alcanzó un valor de 2 (regular cobertura), siendo una diferencia clara de pérdida de la característica original, que manifiesta la calificación de 1 (buena cobertura de mazorca). Respecto al tamaño de mazorca la diferencia es negativa respecto a las características originales frente al promedio de tamaño de las mazorcas del lote semillero que alcanzo un promedio de 30 cm (Fig. 1c). Se mantiene la característica del tipo de grano original (dentado).

El rendimiento de la parcela semillera (4.09 t/ha), fue inferior en comparación al dato de rendimiento registrado para su liberación como variedad original (5.01 t/ha), tal como se muestra en la Figura 1e.

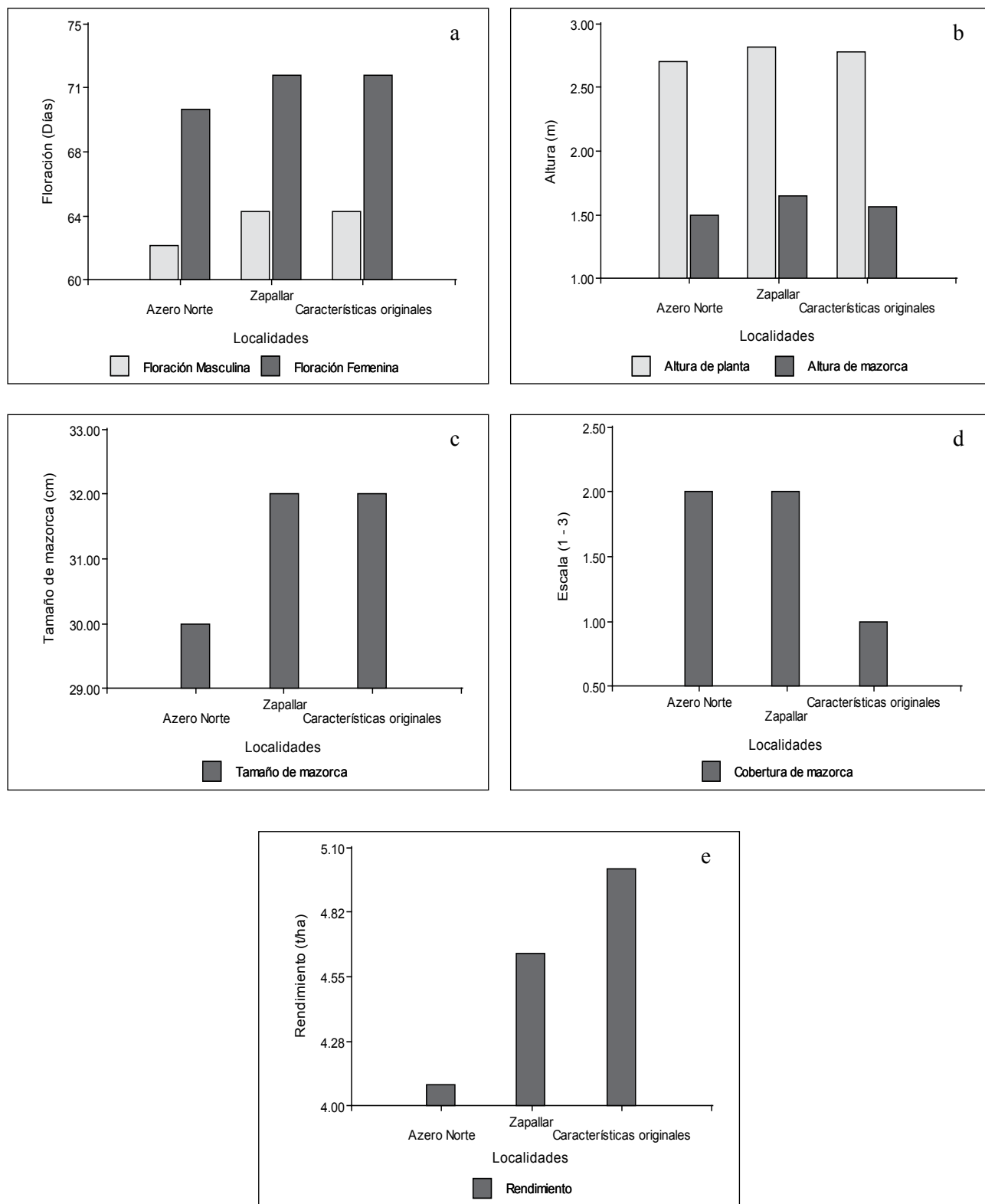


Figura 1. Comparación de las características de: a) floración, b) altura de la planta, c) tamaño de la mazorca, d) cobertura de la mazorca, e) rendimiento de la variedad de maíz (*Z. mays*) IBO-128, obtenidos en las comunidades de Azero Norte y Zapallar en el Municipio de Monteagudo y el CIITAI.

El comportamiento de las características agronómicas principales de la variedad original respecto a las plantas que corresponden a la parcela semillera de la comunidad de El Zapallar, no registró diferencias en la floración masculina y femenina, por tanto se manifiesta el mantenimiento del número de días en este ambiente agroecológico. En relación a la altura de planta y mazorca existen diferencias de 0.04 m y 0.09 m., es decir que las plantas del lote semillero fueron superiores en comparación a las características originales.

Se mantiene la característica de prolificidad en 1.5 mazorcas por planta, la cobertura de mazorca alcanzo un valor de dos (regular cobertura), siendo una diferencia clara de pérdida de la característica original, que manifiesta una calificación de uno (buena cobertura de mazorca). En el tamaño de la mazorca no existe diferencia o ganancia génica respecto a las características originales frente al promedio de tamaño de las mazorcas del lote semillero que alcanzo un promedio de 32 cm. Las plantas han manifestado tener mazorcas con grano dentado, manteniendo la característica del tipo de grano original. En el caso del rendimiento de la parcela semillera fue inferior (4.65 t/ha), en comparación al dato de rendimiento registrado para su liberación como variedad original (5.01 t/ha) (Fig. 1).

Discusión

Las variedades de maíces en actual producción desde hace más de 3 décadas (Aragón-cuevas et al. 2006), aun manifiestan sus características originales y rendimiento no muy inferior al promedio, de acuerdo al registro en el INIAF. Las variedades de maíces de grano dentado amarillo como el IBO-128, IBO-2836, son de mayor demanda en la zona, la región y a nivel nacional por sus peculiaridades que tienen, para la elaboración de alimentos balanceados para animales, por tanto se prevé el incremento de producción de semillas certificadas por la alta estabilidad fenotípica y respuesta positiva al comportamiento agronómico y rendimiento que es expectable respecto a los híbridos comerciales.

El estudio de la interacción genotipo-ambiente (G x A) es un tema de relevancia en la etapa final del mejoramiento genético (Riccell 2009), siendo uno de los factores determinantes en la selección y recomendación de cultivares evaluados en pruebas regionales de rendimiento, debido a que los patrones

de respuesta de los cultivares no son uniformes a través de los diversos ambientes donde se evalúan y que seguramente cambiaran en los lugares en donde los agricultores los siembren (Luchsinger et al. 2006).

En este sentido los resultados obtenidos en el ensayo indican claramente que las condiciones agroclimáticas de las comunidades de El Zapallar y Azero Norte son muy contrastantes respecto a las condiciones agroclimatológicas del Centro de Investigación e Innovación de Tecnología Agropecuaria Iboverenda (CIITAI), lugar donde se liberó la variedad IBO-128, es clara la diferencia de las manifestaciones fenotípicas de las plantas como ser: días a la floración masculina y femenina, altura de planta, altura de mazorca, en las parcelas semilleras en la comunidad de Azero Norte respecto al CIITAI. Al respecto García et al. (2009), indica que si se usa una misma localidad en diferentes años o incluso en diferentes épocas de un mismo año, no implica que se esté utilizando el mismo ambiente de evaluación, puesto que aun cuando las condiciones edáficas puedan ser las mismas de un año para otro, las diferencias climáticas entre años o épocas pueden ser relevantes. Así también se indica que para evaluar el comportamiento agronómico de los cultivares, generados de los programas de mejoramiento genético de cualquier rubro agrícola, es necesario medir la estabilidad relativa de los genotipos sometidos a la totalidad de los ambientes predominantes en una región potencial de adaptación (Alejos et al. 2006).

De acuerdo a las recomendaciones de los expertos, las etapas finales de los programas de mejoramiento genético, incluyen experimentos de evaluación en diferentes localidades durante varios años. La ocurrencia a menudo de interacción genotipo ambiente (G x A) en este tipo de ensayos exige la realización de estudios adicionales con el propósito de precisar la selección de individuos con adaptabilidad general y específica. La interacción G x A, es frecuentemente descrita como la inconsistencia del comportamiento entre genotipos desde un ambiente a otro, y cuando ésta ocurre en gran proporción reduce el progreso genético de la selección (Yang & Baker 1991, Magari & Kang 1993). Por todo lo antecedido se continuará con los otros ensayos que darán sostenibilidad a estos primeros resultados obtenidos en estas dos comunidades.

Conclusiones

Las plantas de la parcela semillera de maíz (*Zea mays*) var. IBO 128, en la comunidad de Azero Norte manifestaron tener diferencias respecto a días a la floración tanto masculina y femenina, considerándose cierta precocidad respecto a la variedad original. La manifestación de altura de planta y mazorca fue inferior, no existe tendencia a la prolificidad de mazorcas, se mantiene el tipo de grano dentado y el rendimiento es inferior respecto al promedio que obtuvo la variedad original, durante su registro como variedad.

En la comunidad de El Zapallar, que presenta características agroecológicas muy diferentes a la comunidad de Azero Norte, se encontraron diferencias en las características de altura de planta y mazorca, siendo superiores en comparación a las características originales de la variedad, sin embargo el rendimiento fue inferior; no existe tendencia a la prolificidad de mazorcas, se mantiene el tamaño de mazorca y tipo de grano dentado amarillo.

Por tanto, las características agroecológicas de la comunidad de Azero Norte, permiten la introducción y adaptación de la variedad de maíz IBO-128, ya que las condiciones climáticas permiten la manifestación genética favorable, existiendo una interacción genotipo+fenotipo y ambiente, que permite la expresión favorable de las características cualitativas y cuantitativas de la variedad IBO-128.

Agradecimientos

El autor desea expresar su gratitud al Gobierno Autónomo del Municipio de Monteagudo que aportó los recursos físicos, humanos, técnicos y financieros para esta investigación, al Instituto Nacional de Investigación agropecuaria y Forestal (INIAF), que aportó sus recursos humanos para el seguimiento técnico en las parcelas experimentales de BEISA 3. A todos los funcionarios y estudiantes, que de una u otra aportaron su conocimiento y esfuerzo e hicieron posible que esta investigación fuera concluida en forma exitosa.

Referencias

Alejos, G., P. Monasterio, R. Rea. 2006. Análisis de la interacción genotipo - ambiente para

rendimiento de maíz en la región maicera del estado Yaracuy, Venezuela

- ANAPO. 2014. Asociación Nacional de productores de Oleaginosas. La producción de maíz, en nuestro país, Santa Cruz-Bolivia.
- Aragón-Cuevas, F. S. J.M. Taba, J. Hernández, Figueroa, V. Serrano Altamirano & F. H. Castro. 2006. Catálogo de Maíces Criollos de Oaxaca. INIFAP-SAGARPA: Libro Técnico No. 6. Oaxaca, México. 344.
- Becker, H. C. 1981. Correlations among some statistical measures of phenotypic stability. *Euphytica* 30:835-840.
- Casilla, L., & O. Franz. 2015, Efectos del sistema de riego sobre la producción y la conservación de variedades nativas de maíz (*Zea mays*) en la comunidad de Chacapaya del Municipio de SipeSipe, provincia Quillacollo, departamento Cochabamba.
- Córdova, H. 1991. Estimación de parámetros de estabilidad para determinar la respuesta de híbridos de maíz (*Zea mays* L.) ambientes contrastantes de Centro América, Panamá y México. *Agro. Mesoamer.* 2:01-10.
- Espinosa, A., M. Tadeo. A. Piña del Valle. 1995. Estabilidad del rendimiento en híbridos de maíz por diferente orden de cruza en la producción de semilla. *Alajuela, Costa Rica. Agronomía Mesoamericana* 6: 98- 103.
- ENA. 2008. Encuesta Nacional Agropecuaria. El Maíz la base de la dieta alimentaria en Chuquisaca, Campaña de Verano 2007 – 2008, Chuquisaca-Bolivia.
- Espinosa, A., A. Tapia N., R. O.S. Avela, & M. A. López. 1997. Análisis económico de la producción y uso de semilla mejorada de maíz en México: el caso kilo por kilo. En: Memoria del Seminario Internacional de economía agrícola del tercer mundo. México.
- Freire F., F. R., M. Maurisrael, Q. R. Valdenire, Â. C. Lopez. 2005. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi. *Ciência Rural, Santa Maria*, 35(1):24-30.
- García M. P. J, R. Cabrera, A. Pérez, R. J. Silva, R. M. Álvarez, C.A. Marín, P. Monasterio & M. D. Santella. 2009. Estabilidad del Rendimiento y Potencial Agronómico de Cultivares de Maíz de Endospermo Normal y QPM en Zonas Agroecológicas de Venezuela.

- Gobierno autónomo departamental de Chuquisaca (GACH). 2013. Secretaria Departamental de Desarrollo Productivo y Economía Plural, Proyecto Mejoramiento de la Producción de Maíz en el Departamento de Chuquisaca.
- INTA. 2008. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, La Fitotécnica, Mejoramiento del Maíz, Argentina.
- INIAF. 2009. Registro Nacional de Variedades 2009. Ministerio de Desarrollo Rural y Tierras. La Paz Bolivia. 16.
- Luchsinger, A., M. González, & A. Rivera. 1981. Precocidad y rendimiento de maíz en relación a la época de siembra. *Simiente* 51(1-2): 68-73.
- PROMASOR. 2008. Proyecto de Maíz y Sorgo, Santa Cruz-Bolivia.
- Ramírez, D. & H. Córdova. 1992. Patrones de siembra en la producción de semilla de maíz híbrido. Saltillo, México, Pub. Centro de Semillas UAAAN.
- Riccelli, M. 2000. Mejoramiento Genético y Biotecnología, Introducción a la Genética del Maíz. En: *El Maíz En Venezuela*. Fundación Polar. 77-93.
- UNAD. 2007. Universidad Nacional Abierta y a Distancia, Curso sobre Fitomejoramiento. Pereira-Colombia.
- USDA. 2013. Departamento de Agricultura de Estados Unidos, Producción Mundial de Maíz del año 2013.
- Yang, R. & R. Baker. 1991. Genotype – environment interactions in two wheat crosses. *Crop Sci.* 31:83-87.

Efecto de métodos de control de malezas, en el crecimiento y rendimiento del cultivo de ají, Municipio Padilla

Effect of weed control methods on the growth and yield of chile pepper crop in the municipality of Padilla

Marco A. Barrientos Pinto^{1*} & Martha Serrano¹

¹Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N°132, Sucre, Bolivia

* desmodium_agro_el.escondido@hotmail.es

Resumen

La investigación, se realizó en la comunidad Las Casas, en el Municipio de Padilla. El objetivo, fue contribuir al manejo de malezas en el cultivo de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), mediante la aplicación de seis métodos de control de malezas. La metodología, consistió en el establecimiento de dos ensayos de campo uno en la localidad (I), ubicada en una superficie plana a una altitud de 1405 m; y la localidad (II), en un terreno con pendiente de 45° a una altitud de 1438 m, el ecotipo de ají utilizado fue “Asta de Toro Naranja”. El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar, con seis tratamientos y cuatro repeticiones. Donde los 6 tratamientos fueron: control mecánico (T1), control físico (T2), control químico (T3), control químico + control mecánico (T4), testigo absoluto (T5) y testigo local (T6). Las variables evaluadas en el cultivo fueron: altura de la planta, ancho del follaje de la planta, número de frutos/planta, peso de frutos/planta y rendimiento en vaina seca (kg/ha). Para la interpretación de los datos, se procedió a un análisis de varianza y también se aplicaron las pruebas de medias Tukey, ($\alpha=0.05\%$). Los resultados muestran que para la variable rendimiento hubo diferencias significativas entre los tratamientos en ambas localidades, el Testigo absoluto (T5) con 1 645.81 kg/ha obtuvo el mayor rendimiento, en la localidad I; y en localidad II con 1 451.57 kg/ha, existiendo diferencias significativas en el rendimiento en vaina entre localidades.

Palabras claves: Ecotipo, cobertura de malezas, control mecánico, ensayo de campo, tratamientos.

Abstract

The investigation was carried out in the community of Las Casas, Municipality of Padilla. The objective was to contribute to the management of weeds in the cultivation of chile pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), through the application of six control methods for weeds. The methodology, consisted in the establishing of two field tests, one in locality (I), situated on level ground at an altitude of 1 405 m; and locality (II), situated on a sloped position of 45°, at an altitude of 1 438 m. The ecotype utilized was “Asta de Toro Naranja”. The experimental design used was random blocks, with six treatments and four repetitions. Where the 6 treatments were: mechanical control (T1), Physical control (T2), Chemical control (T3) Chemical control + Mechanical control (T4), Absolute control (T5) and Local control (T6). The variables of the crop evaluated were: plant height, foliage width, number of fruits/ plant, weight of fruits/ plant and yield in dry legumes (kg/ha). For the interpretation of the data, an analysis of variance was used, in addition to Tukey mean tests ($\alpha=0.05\%$). The results showed that for the variable of yield there were significant differences between treatments in both localities, the Absolute control (T5) with 1645.81 kg/ha which achieved the highest yield, in the locality “I”; and in the locality “II” with 1451.57 kg/ha.

Key words: Field tests, mechanic control, treatments, weeds cover.

Introducción

La producción de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en el departamento de Chuquisaca, constituye una de las actividades más importantes en la agricultura de la región de los Valles y el Chaco. Además de ser una importante fuente de empleo e ingreso económico para el sector rural, se trata de un cultivo que forma parte integral del sistema de producción agrícola (Carballo 1998).

El término “maleza” o plantas arvenses refieren a las plantas silvestres o introducidas que crecen en las parcelas agrícolas, que si no se manejan pueden significar la reducción de los rendimientos del cultivo (Mitich 1994, Espinoza y Sharukhan 1997, Kudsk 2013). Según Cáceres et al. (2009), las malezas se constituyen en una limitante para la producción de ají, causando pérdidas entre 20 y 100%, si no se realiza un manejo oportuno y en las épocas adecuadas. Su control está basado en la aplicación de una serie de labores que retardan o eliminan la competencia de las malezas y favorecen el desarrollo del cultivo de las varias especies de *Capsicum* (Lui et al. 1984).

En las zonas productoras de ají de la región del Chaco Chuquisaqueño, predominan las malezas estacionales y anuales, que se multiplican en forma generativa y/o gámica (por semillas), y las especies bianuales y perennes que se desarrollan por rizomas, bulbos y tubérculos, su multiplicación es vegetativa o agámica, y debido a esta diversidad de malezas su control se hace más complejo (ABPV 2009).

Entre los controles más comunes que aplica el agricultor en el ají, es la forma mecánica y manual, que en términos económicos resulta ser costoso, porque durante el ciclo productivo del cultivo, requieren en promedio cinco carpidas como mínimo y que depende de las condiciones climáticas, la incidencia y el desarrollo de las malezas (Cáceres et al. 2009). Siendo que en el proceso de manejo integral de malezas, el control químico, es el método más rápido y efectivo. Sin embargo, el uso de herbicidas, no debe ser una práctica básica, sino una práctica complementaria, en este contexto, es necesario realizar trabajos de investigación, usando los diferentes métodos de control, que permitan controlar la incidencia poblacional o presencia de malezas, que compiten notablemente con el cultivo de ají (ABPV 2009).

Este estudio, es parte de las investigaciones del componente de Agroecología de BEISA 3 y presenta resultados de la evaluación de los diferentes métodos de control de malezas en el cultivo de

ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*), en dos localidades, con diferentes pendientes topográficas, en la comunidad Las Casas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño, Chuquisaca. Así mismo, esta investigación, es un aporte al conocimiento para permitir obtener posibles soluciones a la problemática planteada en estudio.

Materiales y métodos

Área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en la Comunidad Las Casas, ubicado en el distrito Tabacal del municipio de Padilla, provincia Tomina del departamento de Chuquisaca (Fig. 1). La comunidad a se encuentra dentro del “Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño” (PN-ANMI), ubicado entre las coordenadas geográficas 64° 07' 11" LW y 19° 17' 55" LS, con una altitud de 1600 m., tiene una superficie de 1.884 ha limita al Norte con la comunidad de Naranjal, al Sur con la comunidad de Tabacal, al Este con la comunidad de Llantoj, al Oeste con las comunidades de Chajra Mayu y Tabacal (Negrete 2012, Lozano et al. 2013).

Los principales cultivos agrícolas en la comunidad son el poroto (*Phaseolus vulgaris*), Maíz (*Zea mays*), Yuca (*Manihot esculenta*), Papa (*Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*) y Ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) con variedades como Asta de Toro Naranja, Chicotillo, Asta de Toro Rojo (Churqui 2013; Villagómez & Blanco 2006). Los suelos son arcillosos, arcillo – arenoso y muestra una precipitación media anual de 900.00 mm (PDM. Padilla 2007 – 2011).

El ensayo de campo instalado en el, sector Arrayán denominado Localidad I, se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: 64°07'20.6" longitud oeste y 19°17'53.9" latitud sud, a una altitud de 1405 m. Esta localidad se encuentra aproximadamente a 30 minutos del punto centro de la comunidad, en borde de río, en el límite con la comunidad de Naranjal propiedad de Celia Padilla Mendieta.

El ensayo de campo instalado en terreno en pendiente, en el sector Las Casas denominado Localidad II, se ubica en las siguientes coordenadas geográficas: 64°07'04.3" longitud oeste y 19°18'36.0" latitud sud, a una altitud de 1438 m, se encuentra a pocos metros de la escuela de la comunidad, en propiedad de Catalina Torrez Soliz, ubicado en borde de río que baja de dirección de Llantoj.

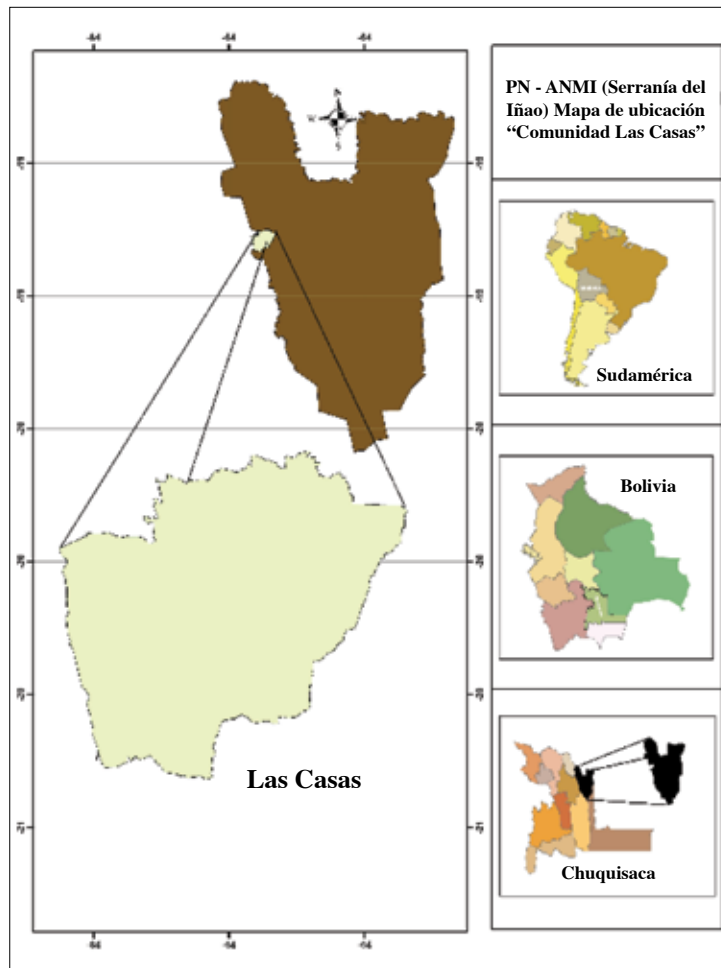


Figura 1. Mapa de ubicación de la comunidad Las Casas en el PN-ANMI Serranía del Iñao, Chuquisaca.

Diseño experimental

Con la finalidad de evaluar métodos de control de malezas en agroecosistemas del cultivo de ají, se realizó un estudio de campo de tipo experimental, bajo un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), aplicando 6 tratamientos con 4 repeticiones, haciendo un total de 24 unidades experimentales, los

tratamientos fueron diferentes métodos de control de malezas y dos testigos (Tabla 1). Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza usando el programa estadístico InfoStat (Balzarini et al. 2008, Guzmán 2002, Reyes, 1981 & Fernández et al. 2010) y se compararon las medias con pruebas de Tukey al 95% de significancia.

Tabla 1. Tratamientos evaluados, métodos de control de malezas en el cultivo de ají.

Nº	Método de control	Descripción de los tratamientos
1	Control Mecánico	Dos carpidas y un aporque a los 15 y 40 días después del trasplante.
2	Control Físico	Aplicación de una capa de 10 cm de cobertura vegetal (restos de árboles y arbustos).
3	Control Químico (Glifosato)	2.5 l/ha de ingrediente activo aplicado a los 15 y 90 días después del trasplante
4	Control Quím. + Control Mec.	400 gr/ha de ingrediente activo en pre trasplante y un aporque manual con azadón a 40 días después del trasplante.
5	Testigo Absoluto	Parcela libre de malezas.
6	Testigo Local	Dos carpidas a los 60 y 90 días después del trasplante de acuerdo a indicaciones de agricultores de la comunidad.

Tabla 2. Descripción de las cinco variables agronómicas evaluadas en el cultivo de ají.

Variables	Descripción
Altura de la planta (cm.)	De 10 plantas seleccionadas al azar dentro de la parcela útil, se midió desde la base del tallo hasta el ápice terminal.
Ancho del follaje de la planta (cm)	De 10 plantas seleccionadas al azar tomadas dentro de la parcela útil, a las cuales en el punto más ancho de la cobertura foliar.
Numero de vainas por planta	Número total de vainas que completaron su ciclo y desarrollo en el cultivo de ají.
Peso del fruto por planta (gr)	De cada parcela se recolectó los frutos por planta, y se pesó expresándolo en gr/planta al momento de la cosecha.
Rendimiento en vaina (kg/ha)	De cada parcela se recolectó el total de frutos producidos, se pesó y mediante este dato, se estimó el rendimiento por hectárea (ha).

Resultados

Localidad I: Arrayán

Crecimiento en altura de las plantas (cm)

La variable altura de la planta, a los 120 días después del trasplante, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0044$). Y según la prueba de medias de Tukey en el tratamiento *Testigo absoluto* (T5) alcanzó el mayor valor (59.73 cm), siendo diferente estadísticamente al resto de los tratamientos, T1 (48.40 cm), T2 (47.55 cm) y luego están los tratamientos T4 (45.10 cm), T6, (44.85 cm) y T3, (41.33 cm), que son los tratamientos que presentaron el menor valor en comparación a los demás tratamientos (Fig.2a).

Ancho del follaje de la planta (cm)

El ancho del follaje de la planta, a los 120 días después del trasplante, no muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0711$) y mediante la prueba de medias de Tukey, a una probabilidad de 0.05%, el *Testigo absoluto* (T5), tiene el mejor ancho de follaje (68.18 cm), seguido T4 (61.45 cm), T2 (52.05 cm), T1 (46.50 cm), T3 (43.10 cm) y por último T6 (40.08 cm) que es el tratamiento que presentó el menor tamaño en comparación a los demás tratamientos (Fig. 2b).

Numero de frutos por planta

El número de frutos/planta, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0002$), así también la prueba de medias de Tukey, se observa que

la mayor cantidad de vainas por planta corresponde al *Testigo absoluto* (T5) con 17.13 vainas/planta), seguido por los tratamientos T1 (7.98 vainas/planta), T4 (6.43 vainas/planta), T6 (6.03 vainas/planta), T2 (4.85 vainas/planta) y T3 (4.75 vainas/planta) (Fig. 2c).

Peso del fruto por planta

En la etapa de madurez del fruto, el peso de frutos/planta, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0006$). Donde se reporta un coeficiente de variación confiable de 41.86%. Mediante la prueba de medias de Tukey se observa que el *Testigo absoluto* (T5) con 284.93 gr/planta, produjo los mejores rendimientos de vainas al momento de la cosecha, seguido por los tratamientos T1, con 127.38 gr/planta, T6, con 94.53 gr/planta, T2, con 92.60 gr/planta, T4, con 90.80 gr/planta y por último T3, con 82.20 gr/planta, que fue el tratamiento que presentó el peso menor/planta al momento de la cosecha (Fig. 2d).

Rendimiento en vaina seca (kg/ha)

Según el análisis de varianza, para rendimiento (kg/ha), muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p = <0.0001$), con la prueba de medias de Tukey, se observa que el *Testigo absoluto* (T5) con 1 645.81 kg/ha, produjo los mejores rendimientos/ha, seguido por los tratamientos T1 (660.17 kg/ha), T4 (519.76 kg/ha), T6 (480.38 kg /ha), T2 (418.37 kg/ha) y por último T3 (378.89 kg/ha), que fue el tratamiento que presentó el rendimiento menor/ha (Fig 2e).

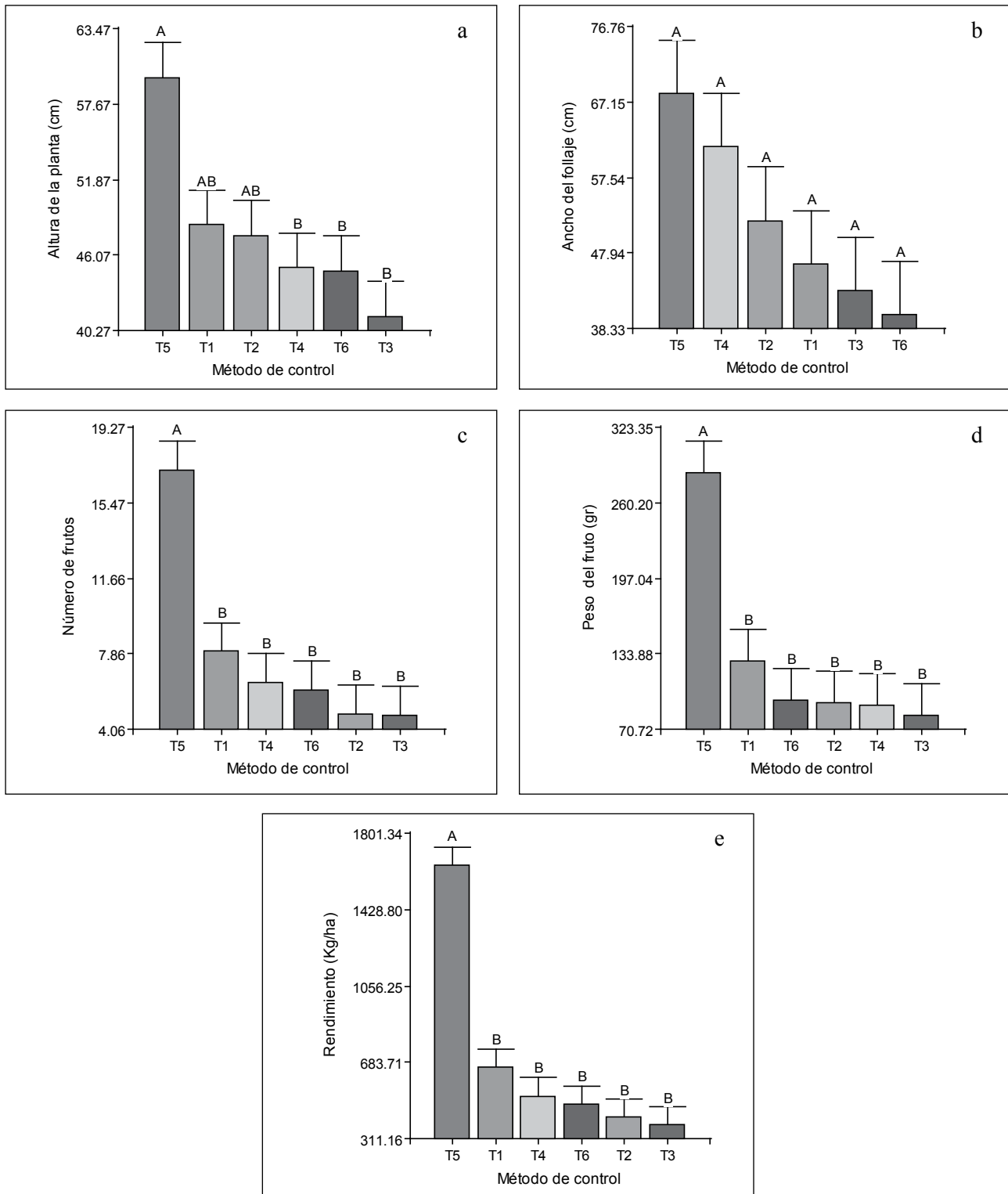


Figura 2. Efecto de los métodos de control de malezas: a) altura de la plantas a los 120 días. b) ancho del follaje de las plantas a los 120 días. c) número de frutos/planta. d) peso del fruto/planta al 60% de humedad. e) rendimiento en vaina seca (kg/ha) en la localidad I sector Arrayán.

*Localidad II: Las Casas**Peso del fruto por planta (gr)**Crecimiento en altura de las plantas (cm)*

A 120 días después del trasplante, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0.0032$). Además se reporta un coeficiente de variación confiable de 13.00%. Mediante la prueba de medias de Tukey el *Testigo absoluto* (T5), tiene el mayor valor (53.13 cm), luego estuvieron el T1 (44.35 cm), T4 (43.60 cm), T3 (8.75 cm) y por último el T2, (34.15 cm), que es el tratamiento que presentó el menor tamaño, en comparación a los demás tratamientos (Fig.3a).

Según el análisis de varianza, para peso de frutos/planta, muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$) en la prueba de medias para Tukey, se observa que el *Testigo absoluto* (T5) con 366.48 gr/planta, produjo los mejores rendimientos al momento de la cosecha, seguido por los tratamientos T4 (220.45 gr/planta), T1 (137.18 gr/planta), T6 (91.60 gr/planta) y por T2 (17.30 gr/planta), que además fue el tratamiento que presentó el menor rendimiento (Fig. 3d).

Ancho del follaje de la planta (cm)

La variable ancho de follaje de la planta, a los 120 días después del trasplante, muestra diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), y mediante la prueba de medias de Tukey, el *Testigo absoluto* (T5), tiene el mayor valor (54.65 cm), seguido por T4 (50.45 cm), T1 (41.80 cm), T6 (36.95 cm) y el T2 (27.05 cm), que presentó el menor tamaño, en comparación a los demás tratamientos (Fig.3b).

Rendimiento en vaina seca (kg/ha)

Según el análisis de varianza, para el rendimiento de vaina seca (kg/ha), muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), siendo que la prueba de medias para Tukey muestra al *Testigo absoluto* (T5) con 1 451.57 kg/ha, con el mejor rendimiento/ha, seguido por los tratamientos T4 (865.28 kg/ha), T1 (568.50 kg/ha), y T3 (319.74 kg/ha) y T2 (158.54 kg/ha), que fueron los tratamientos que presentaron los rendimientos menores/ha (Fig. 3e).

Número de frutos por planta

De acuerdo al análisis de varianza, para el número de frutos/planta, muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p = < 0.001$), donde se reporta un coeficiente de variación confiable de 19.33%. Y según la prueba de medias de Tukey, se observa que la mayor cantidad de vainas por planta corresponde al *Testigo absoluto* (T5), con 16.18 vainas/planta, seguido por los tratamientos T4, con 10.38 vainas/planta, T1, con 7.30 vainas/planta, T6, con 4.88 vainas/planta, T3, con 3.58 vainas/planta y por último T2, con 1.53 vainas/planta, que fue el tratamiento que presentó la menor cantidad de vainas/planta (Fig. 3c).

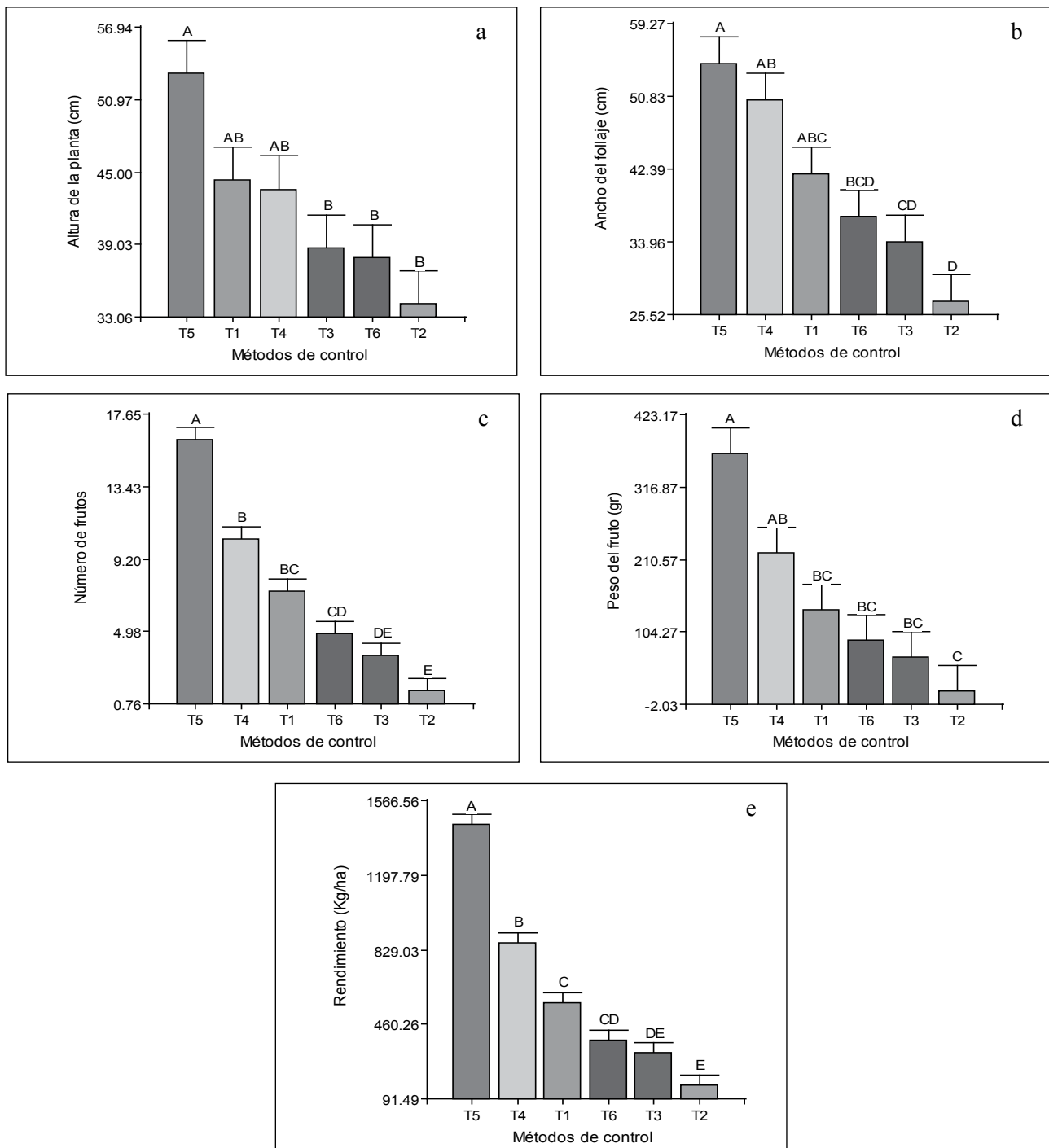


Figura 3. Efecto de los métodos de control de malezas: a) altura de la plantas a los 120 días. b) ancho del follaje de las plantas a los 120 días. c) número de frutos/planta. d) peso del fruto/planta al 60% de humedad, e) rendimiento en vaina seca (kg/ha) en localidad II, sector Las Casas.

Análisis de la altura de panta, número de frutos por planta y rendimiento entre localidades

Mediante el análisis de varianza, para la variable altura de la planta entre localidades, no muestran diferencias significativas entre los tratamientos

($p=0.3823$). Donde la localidad I (Sector Arrayan) las plantas alcanzaron mejor desarrollo y crecimiento (47.83 cm), en relación a la localidad II, (Sector Las Casas) con 42.07 cm, que produjo el menor crecimiento de las plantas (Fig. 4a). Para el número de frutos/planta entre localidades, no muestran

diferencias significativas entre los tratamientos ($p=0.1457$), en la localidad I (Sector Arrayan) el número de frutos fue de 7.86 vainas/planta, presentando la mayor cantidad de vainas, que en la localidad II (Sector Las Casas) con 7.30 vainas/planta, que presento la menor cantidad de vainas en relación a la otra localidad (Fig. 4b). El rendimiento de vaina seca (kg/ha) entre localidades, muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p=0.0055$). En la localidad I (Sector Arrayan) presentó 683.90 kg/ha donde se dio los mejores rendimientos/ha, y en la localidad II (Sector Las Casas) con 624.53 kg/ha, que produjo el menor rendimiento/ha (Fig. 4c).

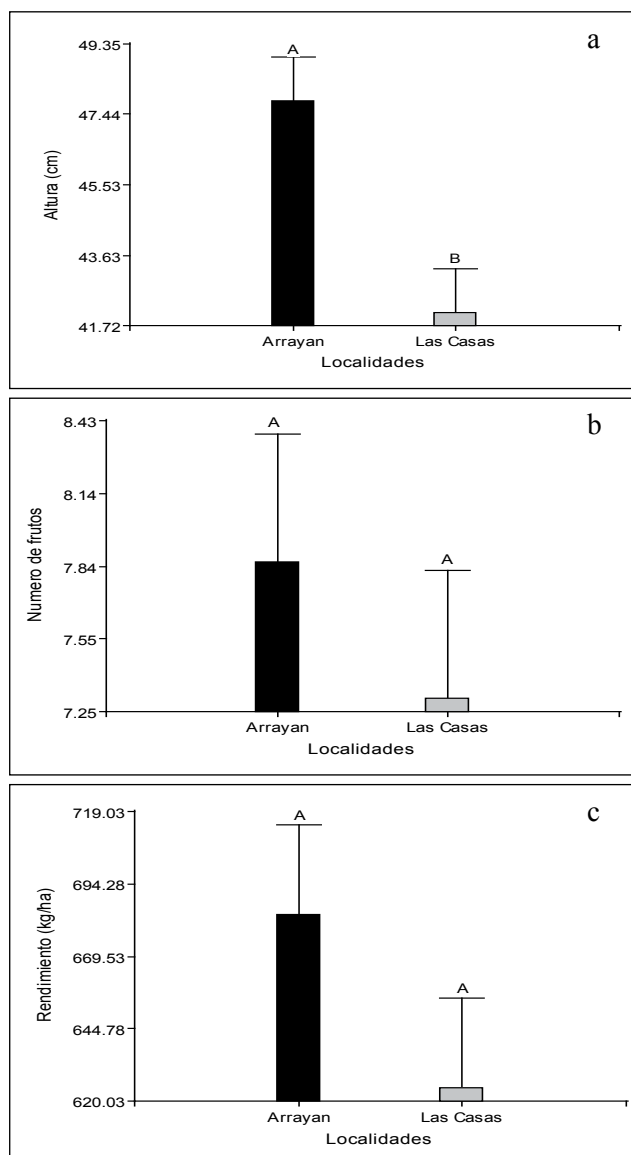


Figura 4. Comparación de parámetros de las plantas de ají: a) altura, b) número de frutos, c) rendimiento de ají en vaina seca (kg/ha) entre dos localidades, Municipio Padilla.

Discusión

Altura de la planta

La altura de la planta en el cultivo de ají es muy importante por la competencia inter específica que puede darse entre el cultivo y las malezas, por la sanidad de las vainas y por la relación que existe con el rendimiento. Uno de los factores que afectan la altura de las plantas, es la competencia causada por las malezas, según Peralta (2000), la altura de la planta es inversamente proporcional a la abundancia de malezas.

En el análisis de crecimiento de la planta de ají, se observa que la altura de las plantas es significativamente mayor en las plantas en los tratamientos, en la localidad I, los mayores promedios totales fueron T5 (59.73 cm), T1 (48.40 cm), T3 (41.33 cm) en localidad I, mientras en localidad II el T5 (53.13 cm), T1 (44.35 cm). Estas diferencias se reflejan por el efecto de los diferentes métodos de control de malezas y la competencia de las malezas que influye sobre la altura de la planta cultivada, ya que la presión de las malezas induce a la planta a una mayor altura, los tallos se elongan en busca de la luz solar, lo cual es una característica indeseable ya que ello produce un debilitamiento en la planta, haciéndola más susceptible al volcamiento y restándole eficiencia en la producción de vainas.

Número de frutos por planta

Esta variable es uno de los parámetros que más tiene que ver con el rendimiento en localidad I, se observa que la mayor cantidad de vainas se presentó en el *Testigo absoluto* (T5) con 17.13 vainas por plantas, T1 (7.98 vainas por planta), mientras en localidad II el T5 (16.18 vainas por planta); T4 (10.38 vainas por planta) estos resultados dan a entender que la cantidad de frutos está directamente relacionados con el desarrollo vegetativo de las plantas porque esta depende del número de flores que tiene una planta (Tapia 1987, White 1985), así mismo se puede afirmar que a mayor distancia presenta un número mayor de frutos por planta, ocasionada probablemente por el mayor número de ramas.

Rendimiento (kg/ha)

El rendimiento en el cultivo de ají depende del Ecotipo, agroecosistema y del buen manejo agronómico al que se somete el cultivo. Según Peralta (2000), afirma que el rendimiento de un determinado cultivo es el resultado de un gran número de factores biológicos y ambientales que se correlacionan entre sí para luego expresarse en producción por hectárea.

En cuanto al rendimiento el control *Testigo absoluto* presentó el mayor rendimiento con 1 645.81 kg/ha en la localidad I y 1 451.57 kg/ha en localidad II, superando a los rendimientos promedios de 920.00 a 1 380.00 kg/ha, citados por (Blanco 2010) obtenidos en agroecosistemas similares en el Municipio de Monteagudo y Padilla. Está bien documentado que los rendimientos de los cultivos se reducen en la medida en que se incrementan la abundancia y cobertura de malezas, por lo tanto, lo beneficios marginales del control de malezas decrecen con el incremento de la abundancia de malezas (Montes 2005).

De los resultados de la presente investigación se desprende que un control temprano (15 días después del trasplante) no es suficiente para evitar la competencia por parte de las malezas, por el contrario un posterior control de malezas a los 40 días después del trasplante es suficiente para permitir buenos rendimientos de vainas de ají.

Conclusiones

Con base a los resultados de la evaluación de los métodos de control de malezas en el cultivo de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* Willd.), se han llegado a las siguientes conclusiones:

Los métodos de control de malezas son diferentes y no tienen el mismo efecto, sobre el control de malezas en la producción del cultivo de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum* Willd.)

Mediante el tratamiento mecánico, en base a carpidas, en Localidad I (Arrayán), se obtuvieron los siguientes rendimientos con el T5 (Testigo absoluto), el rendimiento fue de 1 645.81 kg/ha, seguido del T1 (Control mecánico), con un rendimiento de 660.17 kg/ha. Mientras que en la localidad II (Las Casas), el T5 (Testigo absoluto), obtuvo

un rendimiento de 1451.57 kg/ha seguido del T1 (Control mecánico) ocupando el tercer lugar en esta localidad, con un rendimiento de 568.50 kg/ha, siendo estos tratamientos más eficientes que los herbicidas.

El tratamiento combinado, Control químico + Control mecánico (T4), resultó tener buenos rendimientos en localidad I (Arrayán). Este tratamiento ocupó el tercer lugar, con un rendimiento de 519.76 kg/ha, mientras que en localidad II (Las Casas), este tratamiento ocupó el segundo lugar, con un rendimiento de 865.28 kg/ha.

El rendimiento de la baines seca (Kg/ha) entre localidades, en la localidad I (Sector Arrayan) con 683.90 kg/ha, produjo los mejores rendimientos/ha, y en la localidad II (Sector Las Casas) con 624.53 kg/ha, que produjo el menor rendimiento/ha existiendo diferencias entre localidades a causa de diferentes factores como tipo de suelo, pendiente y cobertura de las malezas presentes.

Agradecimientos

Al Gobierno Autónomo del Municipio de Padilla vía las organizaciones de la Comunidad de Las Casas por el apoyo brindado para la ejecución del presente trabajo de investigación de importancia departamental y regional. Al Ing. Roberto Acebey por el apoyo brindado durante la ejecución del trabajo de campo. A Per Kudsk por confianza y sus valiosos comentarios al presente trabajo y por la motivación constante en la redacción del presente artículo.

Referencias

- ABPV. 2009. Memorias del V Congreso Nacional de Protección Vegetal. Chuquisaca". Sucre, Bolivia.
- Balzarini, G. M. González. M. Tablada. F. Casanoves. J. Di Rienzo. & C. Robledo. 2008. InfoStat. Manual de Usuario. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina.
- Blanco, E. 2010. Manual de Cultivo de Ají. s.l.
- Cáceres, P., C. Bejarano & H. Equise. 2009. Control Químico de Malezas en el Cultivo de Ají en el Municipio de Monteagudo, Chuquisaca. Sucre, Bolivia.

- Carballo, M. A. 1998. Identificación de agentes causales de la pudrición del fruto del ají. UMSS, Facultad de Ciencias Agrícolas y Pecuarias "Martín Cárdenas". Cochabamba, Bolivia. 81p.
- Churqui, M. 2013. Evaluación y caracterización de la agrobiodiversidad en seis comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Tesis de grado para Optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales, Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 3. Chuquisaca. 56 p.
- Espinoza, G.F.J. & J. Sarukhan. 1997. Manual de malezas del valle de México. Instituto de Ecología. Universidad Nacional Autónoma de México. Fondo de cultura económica. 427 p.
- Fernández, R., A. Trapero. & J. Dominguez. 2010. Experimentación en agricultura. Junta de Andalucía. Sevilla, España.
- Guzmán, P. 2002. Diseño y análisis de experimentos agrícolas y pecuarios. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre, Bolivia.
- Kudsk, P. N. 2013. Apuntes de clases curso: Malezas en los cultivos. Programa de capacitación de BEISA 3. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca
- Lozano, R. M. A. Barrientos, P. Kudsk. & R. Acebey. 2014. Malezas de los agroecosistemas del Parque Nacional y Área Natural de manejo Integrado Serranía del Iñaño: Guía para identificar las malezas de hoja ancha pastos y similares. BEISA 3-Herbario del Sur de Bolivia. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre, Bolivia. 195
- Liu, I. C., J. González -Ibáñez, M.R. Goyal. 1984. Weed competition in transplanted sweet peppers. Proceedings of the Caribbean food Crops Society 20: 198-199
- Mitich, L. W. 1994. Intriguing world of weeds: Beggarticks. Weed technol. 8: 172-175.
- Negrete, C. A. 2012. Estudio de conectividad de áreas fragmentadas con uso agropecuario en cuatro comunidades del (PN-ANMI)-Serranía del Iñaño. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero en Desarrollo Rural. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 3. Sucre. 133.
- Plan de desarrollo municipal (PDM), Padilla. 2007 - 2011. Gobierno municipal de Padilla. Primera sección - Provincia Tomina.
- Reyes, P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. Mexico D. F. Trillas.
- Tapia, H. 1987. Manejo de malas hierbas en plantaciones de frijol en Nicaragua. Instituto de Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua Nicaragua. 36.
- Villagomez, J., & E. Blanco. 2006. Catalogo de aji: de los ecotipos conservados en campos de agricultores. PROIMPA, PNVD, SGP, DEMA. Cochabamba, Bolivia. p21-28.
- White, W. J. 1985. Conceptos básicos de fisiología en frijol. In: Frijol, investigación y producción. Compilado y editado por M. López, F. Fernández y A. Schoonhoven. CIAT. Cali, Colombia. 43-60.

Evaluación de tres cultivos de cobertura en San Pedro del Zapallar, Municipio Monteagudo

Evaluation of three cover crops in San Pedro del Zapallar, Monteagudo Municipality

Blanca A. Rosado Vargas^{1*}, Marco A. Barrientos Pinto² & Martha Serrano Pacheco²

¹ Gobierno Autónomo Municipal de Monteagudo, Unidad de Desarrollo Productivo, Monteagudo, Chuquisaca.

² Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Calle Calvo N° 132, Casilla Postal 1046, Sucre – Bolivia.

*blan_ca75@hotmail.com

Resumen

En la comunidad de San Pedro del Zapallar del municipio de Monteagudo se identificaron problemas como el descenso de la fertilidad, erosión del suelo, uso inadecuado de los suelos, la migración agrícola. En este contexto, los cultivos de cobertura son considerados como una medida eficiente para la conservación de los suelos al brindar cobertura vegetal y materia orgánica de fácil descomposición, se propuso porpuso el trabajo de investigación para la introducción y evaluación de tres especies entre leguminosas y gramíneas como cultivos de cobertura en época de invierno. La investigación se realizó en un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), utilizando cinco tratamientos y cuatro repeticiones. La especie de mejor comportamiento fue *Hordeum vulgare* (cebada), seguido *Vicia villosa* (veza) y *Sorghum vulgare* (sorgo) y el tratamiento del testigo sin cultivo, presento un resultado diferente a los demás tratamientos ($p < 0.001$) para las variables porcentaje de cobertura y biomasa foliar.

Palabras Clave: Conservación de suelos, cobertura vegetal, fertilidad, humedad, manejo agronómico.

Abstract

In the community of San Pedro del Zapallar, Monteagudo Municipality, problems were identified with the decrease in fertility, soil erosion, inadequate use of soils, and shifting agriculture. In this context the degradation of soils, the crops of cover are considered an efficient measure for the conservation of soils by offering vegetation cover and readily decomposable organic material. The introduction and evaluation of three species were proposed between legume and grass as a cover crop in the winter period. The investigation was realized using a random block design (DBCA), utilizing five treatments and four repetitions. The species with the best performance was *Hordeum vulgare* (cebada), followed by *Vicia villosa* (veza) and *Sorghum vulgare* (sorgo) and the treatment without control, and presented a different result from the other treatments ($p < 0.001$) for the variables of percent cover and foliar biomass.

Key words: agronomic management, fertility, humidity, soil conservation, vegetation cover

Introducción

En el Municipio de Monteagudo más propiamente en la comunidad de San Pedro del Zapallar, los principales cultivos son el maíz, ají, maní y frutales, el sistema de cultivos que se realiza es principalmente el monocultivo sin ningún esquema de rotación definido, las campañas agrícolas que empiezan en el mes de noviembre culminando en los meses de abril y junio.

Los siguientes meses del año, estos terrenos de cultivos, denominados localmente “barbechos”, son utilizados, para pastoreo del ganado bovino, a consumir los rastrojos de la cosecha anterior. También se practica la agricultura migratoria, hacen que se amplíen cada vez más la frontera agrícola, atentando en forma directa con la degradación de los recursos naturales y el medio ambiente. Este esquema de agricultura no es sustentable en el tiempo, ya que no se realizan ninguna reposición de material vegetal al suelo (Rivero et al. 1992, Kristensen 2003), por esta situación está en propuesta el uso de prácticas de manejo conservacionista, con prácticas con cultivos de cobertura y siembra directa, entre varios otros, para mejorar la calidad del suelo y la productividad de los agroecosistemas (Flores 1991, CIDICCO 2005, Lozano 2010).

Los cultivos de cobertura permiten mantener las tasas de infiltración de agua de lluvia, por el aumento de la cobertura del suelo y la macro porosidad, por descomposición de las raíces que generan un sistema de canales o corredores. La mayor cobertura de biomasa disponible, disminuye la amplitud térmica del suelo superficial, y provoca menor pérdida de agua por evaporación así mejora el uso del agua, aumentando la disponibilidad para el cultivo siguiente (Aitken 1984, Bravo et al. 2014). Además estas coberturas permiten eliminar o reducir la remoción mecánica del suelo, presentándose como una alternativa para recuperar suelos de áreas tropicales húmedas que se encuentran sometidas a altas temperaturas, a un exceso de lluvia y meteorización, lo que resulta una acidificación constante y baja fertilidad (Gliessman 2002).

En ese sentido, los cultivos de cobertura son una alternativa para mantener el balance del carbono en el suelo, por medio de la biomasa aérea y el aporte de las raíces, que incrementa el contenido de materia orgánica del suelo, también disminuye la pérdida de

nutrientes móviles como, nitratos y sulfatos. Este trabajo de investigación se realizó con el objetivo de evaluar el comportamiento agronómico de cultivos de cobertura en la época invernal en la comunidad del Zapallar, Municipio Monteagudo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente estudio se realizó en terrenos de la comunidad de San Pedro del Zapallar que aproximadamente tiene una superficie de 3.25 has, en municipio de Monteagudo, Provincia Hernando Siles, ubicado en las coordenadas 63°56'24.4" de Longitud Oeste de Greenwich y en el paralelo 19°47'43.1" de Latitud Sud, y una altitud de 1148 m, temperatura media de 20.4° C, suelos franco arenosos, que abarca la importante Micro-cuenca “Tartagalito”. El manejo tradicional del recurso suelo consiste en una agricultura migratoria, creando una cantidad considerable de bosques secundarios. La comunidad del Zapallar cuenta con ecosistemas húmedos en las áreas bajas y sub húmedo en las áreas altas (PDM. Monteagudo 2011-2016).

Diseño experimental

La investigación se realizó a partir del mes junio a octubre, del periodo agrícola 2013, bajo un diseño de bloques completos al azar, con cinco tratamientos y cuatro repeticiones, donde los tratamientos fueron dos especies de gramíneas y una leguminosa. Los tratamientos fueron: T_1 = Testigo, (parcela sin cultivo de cobertura); T_2 = Cebada (*Hordeum vulgare*); T_3 = Sorgo (*Sorghum vulgare*); T_4 = Cebada + Veza (*Hordeum vulgare*) + (*Vicia villosa*); T_5 = Sorgo (*Sorghum vulgare*) + Veza (*Vicia villosa*), elegidos con base a sugerencias de la comunidad.

La siembra anterior de la parcela fue con cultivo de maíz, por la comunidad (2012) y posteriormente se implementó la parcela experimental de ecotipos y variedades de maní (2012 – 2013), el terreno fue preparado manualmente utilizando medios mecánicos (azadón), removiendo los suelos para que este suelto y realizar la apertura de surcos para la siembra.

Evaluación de las variables

Altura de la planta: Se seleccionaron 10 plantas al azar en el área útil en cada unidad experimental, la medición se realizó desde la base del suelo hasta el ápice terminal de las plantas (cm).

Porcentaje de cobertura (%): La evaluación del porcentaje de cobertura de los cultivos en estudio se realizó cada 30 días, en superficies de 1 m².

Biomasa: La evaluación de la biomasa se llevó a cabo después 120 días de realizada la siembra, en cada unidad experimental se muestreo un 1 m², y luego se procedió al pesado de la biomasa.

Análisis estadístico

Una vez concluido el trabajo de campo se procedió a la sistematización de datos y la aplicación de pruebas estadísticas de acuerdo al modelo de Diseño de Bloques Completamente al Azar, Los resultados se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA), y cuando existieron diferencias en los tratamientos se efectuó comparación de medias por la prueba de Tukey ($p=0.05$), para comprobar la diferencia entre los tratamientos, para ello se utilizó el programa de análisis estadístico InfoStat.

Resultados

Altura de planta de los cultivos de cobertura

El análisis de varianza, para la variable altura de planta a 90 días, mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p = <0.001$) con un coeficiente de variación que es confiable (25.65%), con la prueba de comparación de medias Tukey, en el tratamiento con *Hordeum vulgare* (T2) alcanzo la mayor altura, con promedio de 49.68 cm (Fig. 1a), también fue importante la altura que alcanzó la asociación *Sorghum vulgare* + *Vicia veza* (T5), siendo el testigo compuesto por solo una diversidad de malezas, que tuvo la menor altura de especies presente en este periodo de evaluación.

Porcentaje de cobertura (m²)

La evaluación de la cobertura de los cultivos después de 30 día de la siembra indica que entre los tratamientos existen diferencias altamente

significativas ($p<0.001$). La prueba de medias de Tukey, determinó que el tratamiento *Hordeum vulgare* + *Veza sativa* (T4) alcanzó el mejor porcentaje de cobertura (66.25%). En tanto que *Sorghum vulgare* + *Vicia veza* (T5), *Sorghum vulgare* (T3) y *Testigo* (T1) fueron los tratamientos que presentaron los porcentajes de cobertura más bajos, en comparación a los demás tratamientos (Fig. 1b).

No obstante, la evaluación de la cobertura a 60 y 90 días, también registró que entre los tratamientos existen diferencias altamente significativas ($p<0.001$). Se determinó que el tratamiento *Hordeum vulgare* (T2) cebada tuvo el mejor porcentaje de cobertura (80%). Y los tratamientos *Sorghum vulgare* + *Vicia villosa* (T5), *Sorghum vulgare* (T3) y *Testigo* (T1) fueron los tratamientos que presentaron los porcentajes de cobertura más bajos (Fig. 1c, 1d).

Biomasa (gr/m²)

Para la variable aporte de biomasa a los 120 días, se determinó que existen diferencias altamente significativas ($p=<0.001$) entre los tratamientos y se incrementó el coeficiente de variación a 36.42%. Procediendo a la prueba de comparación de medias de Tukey, se identificó que el tratamiento con *Hordeum vulgare* (T2), tuvo la mayor biomasa (148.46 gr/m²), y solamente el *Testigo* (T1) aportó escasa biomasa al suelo (Fig. 1e).

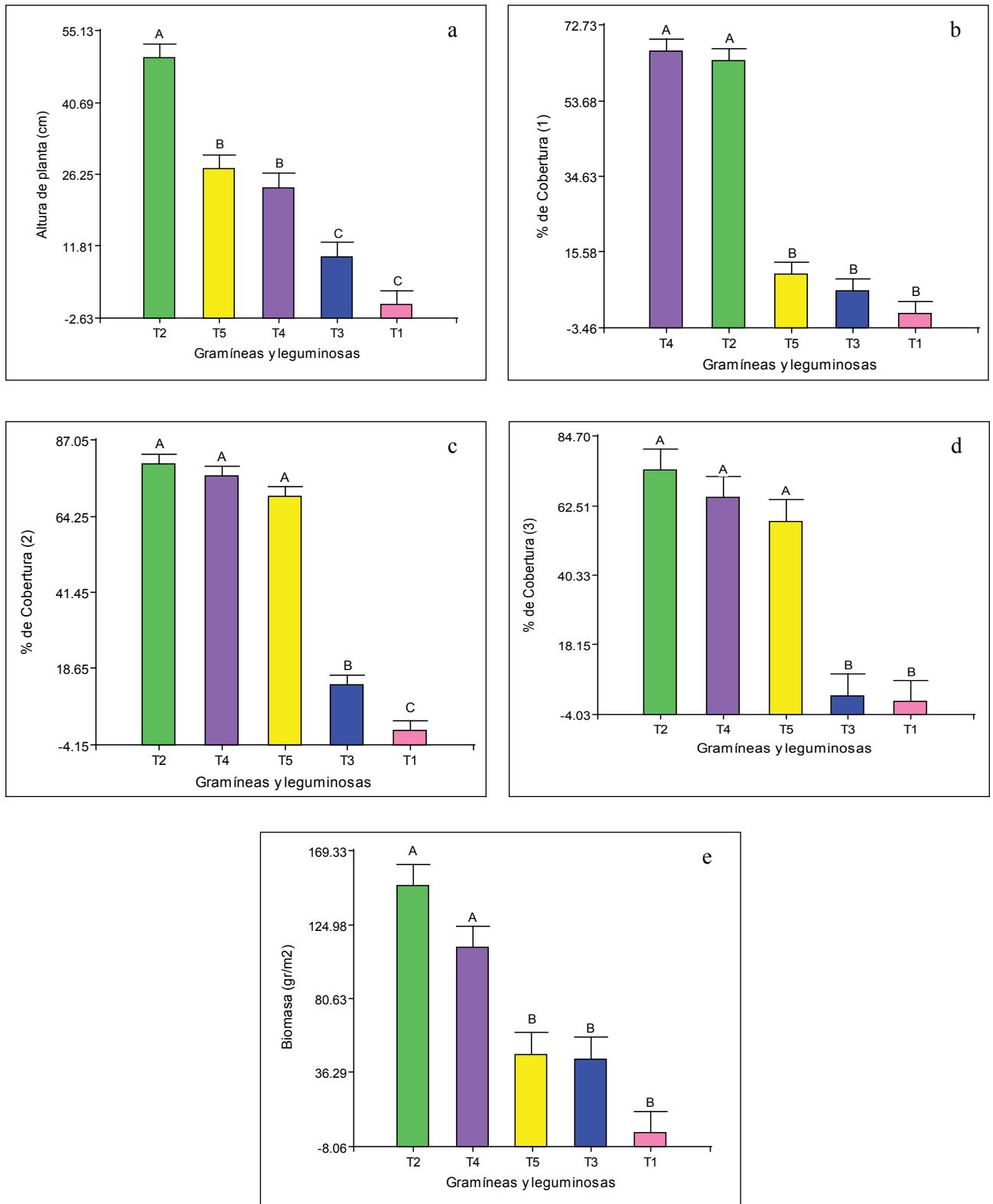


Figura 1. Parámetros evaluados en los cultivos de cobertura en época de invierno: a) altura de la planta, b) biomasa gr/m², c) porcentaje de cobertura (m²) evaluado a 30 días, d) porcentaje de cobertura (m²) a 60 días y e) porcentaje de cobertura (m²) a 90 días.

Discusión

Según García (2012), los cultivos de cobertura son agresivos pueden reducir las reservas de humedad del suelo hasta una profundidad de 1 m. La incorporación de los cultivos de cobertura como un abono verde también podría conducir a incrementos en rendimiento, por ejemplo, el incremento en la producción. Por su parte, Smith et al. (1987) indica que los cultivos de cobertura se adecuan a climas con inviernos templados y en general, para secuencias de cultivos estivales. El uso de la técnica aplicada en la comunidad del Zapallar favoreció al cultivo de *Hordeum vulgare*, que se adecua las condiciones de acidez del suelo (Isla 1998), aunque estuvo agrónomicamente limitado por la desventaja de la humedad del suelo para producir materia seca, por la temperatura invernal y por la disponibilidad de agua en la estación de crecimiento, que como remarcan otros estudios los cultivos de cobertura tendrían un efecto positivo sobre la eficiencia de uso de agua de los sistemas de producción, sobre todo en regiones donde ocurren precipitaciones durante el barbecho invernal (Lemaire et al. 2004).

En relación a otras investigaciones de cultivos de cobertura apropiados para la época invernal no se han encontrado referencias en cuanto a esta temática, que sirvan de referencia al objetivo del presente trabajo de investigar el crecimiento y desarrollo y biomasa vegetal de la asociación de un cultivo de leguminosa y gramínea, y determinar las ventajas que representa en los rendimientos en comparación con sus siembras como cultivos únicos o monocultivos y época común de siembra.

Conclusiones

El tratamiento T2 (*Hordeum vulgare*), T4 (*Hordeum vulgare* + *Vicia veza*) y seguido del T5 (*Sorghum vulgare*) + (*Vicia sativa*) respondieron mejor como cultivos de cobertura en época de invierno. Adicionalmente *Hordeum vulgare* y *Vicia veza* por sus características de elevada densidad radicular y foliar además de su hábito rastrero y abundante cobertura vegetal son más eficaces en la protección del suelo a la erosión y la retención de humedad. La cobertura de la especie gramínea *Sorghum vulgare* obtuvo menor biomasa.

Agradecimientos

Los autores Agradecen a los responsables del proyecto BEISA 3 por la oportunidad de difundir los resultados de esta investigación, como contribución para proponer mejores y buenas prácticas agrícolas en el Área Protegida del Ñaño. Así mismo un agradecimiento, Ing. Manuel Jiménez, Arminda Ortiz, y a todo el personal técnico del proyecto BEISA 3 en Monteagudo, por su apoyo durante la ejecución del presente trabajo de investigación.

Referencias

- Alfonso, C., M. Rivero, P. Porras, E. Cabrera, J. Llanes, J. Hernández, V. Somoza. 1997. Las asociaciones maíz-leguminosas: su efecto en la conservación de la fertilidad de los suelos. *Agronomía Mesoamericana* 8(1): 65-73.
- Aitken, S.J. 1987. Manual agrícola. Ed. Wayar & Soux Ltda. La Paz, Bolivia. 165.
- CIDICCO (Centro internacional de información sobre cultivos de cobertura). 2003. Catálogo de Abonos verdes / cultivos de cobertura (CCAV), empleados por pequeños productores de los trópicos. Dirección: <http://www.cidicco.hn/archivospdf/Catalogo%20AVCC%202003.pdf> (en línea: 04/12/2013).
- Bravo, C., Z. Lozano, R. M. Hernández, L. Piñango, & B. Moreno. 2004. Efecto de diferentes especies de cobertura sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana con siembra directa de maíz. *Bioagro* 16: 163–172.
- García, A. 2012. Manejo de leguminosas de coberturas con fines de conservar y mejorar las propiedades de suelos Para optar el título profesional de: Ingeniero Agrónomo, Presentado por el bachiller: Tarapoto – Perú. Universidad nacional de san Martín Tarapoto. Facultad de Ciencias Agrarias. Departamento Académico Agrosilvo pastoril. Escuela académico-profesional de Agronomía.
- Bunch, R. 2004. Adopción de abonos verdes y cultivos de cobertura. Rehabilitación de tierras degradadas, LEISA Revista de Agroecología. Vol. 19, N° 4, Abril 2004.
- Gliessman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos ecológicos en agricultura sostenible”, Impresión LITOCAT, Turrialba, Costa Rica, 359.

- Isla, C.R. 1998. Efecto de la salinidad sobre la cebada (*Hordeum vulgare* L.). Análisis de caracteres morfo-fisiológicos y su relación con la tolerancia a la salinidad. Salamanca. 5-6.
- Kristensen, T. 2003. Cultivos y abonos verdes como herramientas biológicas en el manejo de nitrógeno en las zonas templadas, vol. 79 227-302.
- Lemaire, G., S. Recous & B Mary. 2004. Managing residues and nitrogen in intensive cropping systems. New understanding for efficient recovery by crops. *In*: Proceedings of the 4th International Crop Science Congress, 26 Sept-1 Oct 2004, Brisbane, Australia, www.cropscience.org.au/icsc2004/
- Lozano, Z., H. Romero & C. Bravo. 2010. Influencia de los cultivos de cobertura y el pastoreo sobre las propiedades físicas de un suelo de sabana. *Agrociencia* vol.44 no.2 México feb./mar. 2010.
- Miller, P.R., W. L. Graves, W.A. Williams. 1992. Cultivos de coberturas. *Agronomy Progress Report- Universidad de California. DAVIS-USA.*
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal, Monteagudo). 2012. Gobierno Municipal de Monteagudo Primera Sección – Provincia Hernando Siles.
- Rivero, L. M., J.M. Illanes, M. Cabrera, N. Castro. 1992. La influencia de los cultivos inter cosechas y los abonos verdes en la protección del suelo. Informe del resultado 005-09. Instituto de Suelos, MINAG.
- Smith, M. S, Frye W & Varco J. 1987. Legume winter cover crop. *Advances in soil science*, Dirección: http://www.apsnet.org/publications/plantdisease/backissues/Documents/1995Articles/PlantDisease79n02_167.pdf (En línea: 04/12/2013).

Determinación del efecto nodular de bacterias nitrificantes (*Rhizobium*) en el rendimiento de ecotipos y variedades de maní

Determining the nodular effect of nitrogen fixing bacteria (*Rhizobium*) in the yield of ecotypes and varieties of peanut

Iverth Cabrera Carreon^{1,2*} Marco Antonio Barrientos Pinto¹
& Richar Edwar Lazo Cabrera^{1,2}

¹Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Monteagudo, Bolivia.

²Carrera de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Monteagudo, Bolivia.

* ivercito_90@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en las comunidades de Azero Norte y San Pedro del Zapallar, en el Municipio de Monteagudo. El objetivo, fue determinar la respuesta de los ecotipos y variedades de maní al inoculante *Rhizobium*, en condiciones de suelo con baja calidad nutricional, el diseño utilizado fue el diseño de bloques completos al azar, con 13 tratamientos y 4 repeticiones. Las variables evaluadas fueron biomasa (kg/ha), número de nódulos/planta, peso de 100 semillas y rendimiento en grano (kg/ha). La inoculación de semillas de maní con bacterias nitrificantes, incrementaron la cantidad de biomasa en el *Tubito Bayo* (T12) con 13 172.94 kg/ha en la comunidad de Azero Norte, mientras que en la comunidad de San Pedro del Zapallar el *Colorado de Bartolo* (T1), alcanzó la mayor incorporación de biomasa con promedio de 6 664.56 kg/ha. El número de nódulos por planta en la comunidad de Azero Norte y San Pedro del Zapallar el *Coloradito Chiquitano* (T7), alcanzó la mayor población nodular (483.60 y 536.93 nódulos/planta). En la comunidad de Azero Norte el rendimiento fue mayor en el *Coloradito Chiquitano* (T7) con 2 449.01 kg/ha, mientras que en la comunidad de San Pedro del Zapallar, el *Colorado de Bartolo* (T1) alcanzó 1 512.47 kg/ha, existiendo diferencias entre las localidades y siendo estos tratamientos eficientes para la producción del cultivo de maní con técnicas de inoculación.

Palabras claves: Biomasa, inoculación, nódulos, suelo

Abstract

The present investigative work was carried out in the communities of Azero Norte and San Pedro del Zapallar, in the Monteagudo Municipality. The objective was to determine the response of ecotypes and varieties of peanut to *Rhizobium* inoculum, in soil conditions with a low quality of fertility. The design used was a random block design, with 13 treatments and 4 repetitions. The variables evaluated were biomass (kg/ha), number of nodules/ plant, weight of 100 seeds and grain yield (kg/ha). The inoculation of peanut seeds with nitrifying bacteria increased the biomass quantity in *Tubito Bayo* (T12) (13 172.94 kg/ ha) in the community of Azero Norte, while in the community of San Pedro del Zapallar *Colorado de Bartolo* (T1), the highest incorporation of biomass was achieved with a mean of 6 664.56 kg/ha. The number of nodules per plant in the community of Azero Norte and San Pedro del Zapallar in *Coloradito Chiquitano* (T7) achieved the highest nodular density of (483.6 and 536.93 nodules/ plant). In the community of Azero Norte the yield was higher in *Coloradito Chiquitano* (T7) with 2 449.01 kg/ha, while in the community of San Pedro del Zapallar, in *Colorado de Bartolo* (T1) with 1 512.47 kg/ha, meaning that these are effective treatments for the production of peanut crop with inoculation techniques.

Key words: Biomass, inoculation, nodules, soil, yield

Introducción

El maní es una leguminosa con altos requerimientos de Nitrógeno (N), que obtiene tanto del suelo como de la fijación biológica de nitrógeno, se estima que este proceso contribuye entre el 60-80% de la fijación biológica de nitrógeno (FBN), esta simbiosis aporta una parte considerable del nitrógeno combinado en la tierra y permite a las plantas leguminosas crecer sin fertilizantes nitrogenados y sin empobrecer los suelos (Cuadrado et al. 2009). El maní se siembra generalmente en suelos pobres en nitrógeno, pero ventajosamente el maní se puede inocular teniendo la capacidad de formar una asociación con *Rhizobium* que son bacterias que captan nitrógeno del aire, localizados en nódulos formados en la raíz (Cerioni et al. 2007). El nitrógeno una vez convertido en alimento para la planta contribuye con el desarrollo vegetal (altura, follaje y vigor) y por lo tanto ayuda a aumentar en gran escala el rendimiento del maní (Jeres et al. 2004)

El nitrógeno es el nutriente más importante de los cultivos por su rol en los sistemas biológicos, la complejidad de su ciclo y su participación en los sistemas de producción hace que la deficiencia de Nitrógeno como factor limitante en la productividad de las plantas, afectarían el desarrollo de la simbiosis leguminosa-*Rhizobium* (Fassbende & Bornemisza 1994). La gran necesidad de Nitrógeno de las plantas y la limitada habilidad de los suelos para suministrarlo hace que sea en general, el nutriente más limitante para la producción agrícola.

La importancia de la simbiosis *Rhizobium*-leguminosa radica en la capacidad del nuevo órgano formado “el nódulo” para transformar el nitrógeno atmosférico en nitrógeno asimilable para la planta, con lo que se incorpora a la cadena nutritiva. La interacción simbiótica entre las bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) y las leguminosas, se establece a través de un intenso intercambio de señales entre ambos simbiosis, donde se destaca la liberación de compuestos isoflavonoides por la raíz que inducen la síntesis de los factores de la nodulación en la bacteria (Hamdi 2008, Suárez 2013).

Según Wynne et al. (1987), la fijación biológica de nitrógeno en la mayoría de los casos no expresa su máximo potencial debido a que está condicionada por factores abióticos como el suelo, la humedad,

temperatura y horas luz; por esto, es necesario determinar las interacciones genotipo-cepa de *Rhizobium* que presente respuestas superiores en determinadas condiciones abióticas. La habilidad fijadora de nitrógeno y la eficiencia de ésta puede variar entre cepas de *Rhizobium* y los genotipos de la planta cultivada, a mayor especificidad se maximizan la formación de nódulos y por ende el proceso de fijación (Halliday et al. 1982). Mediante la utilización de las técnicas de inoculación con *Rhizobium* que por sus funciones llega a ser un fertilizante natural como una práctica agroecológica muy adecuada, para evitar en gran medida el uso de fertilizantes químicos (Cabrera et al. 2014.)

Siendo el cultivo de maní uno de los principales en importancia económica después del maíz, para las familias en las comunidades de Azero Norte y el Zapallar, es importante mantener el equilibrio productivo, incentivando al incremento de la producción a través de la incorporación de nuevas técnicas que vayan a mejorar el proceso productivo e incrementar los rendimientos y plantear alternativas donde los resultados de estas técnicas se puedan integrar, de manera productiva y rentable. Es así que con la presente investigación, se buscó mejorar las prácticas agroecológicas mediante la aplicación del inoculante *Rhizobium* en ecotipos y variedades del cultivo de maní como prácticas productivas y herramientas para mejorar las condiciones productivas del Municipio de Monteagudo, y lograr experiencias en su introducción y validación en las comunidades aledañas.

Materiales y Métodos

Área de estudio.

La investigación se realizó en las comunidades de Azero Norte y San Pedro del Zapallar, cantón Los Sauces del Municipio de Monteagudo, provincia Hernando Siles del departamento de Chuquisaca. Las comunidades además se encuentran dentro del área protegida “Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño” (PN-ANMI), en las coordenadas geográficas 19°34'06.3" LS y 63°59'25.3" LW, a una altitud de 950 m. La comunidad de San Pedro del Zapallar está ubicada en las coordenadas geográficas 19° 47'30" LS 64° 09' 15" LW (Cerezo 2011, SERNAP 2013, Lozano et al. 2013).

Diseño experimental

El ensayo de campo se realizó en dos parcelas experimentales en las comunidades de Azero Norte y San Pedro del Zapallar, en un área de 837.20 m² cada una. La disposición de las sub parcelas se estructuró en un diseño de bloques completos al azar (BCA), aplicando 13 tratamientos con cuatro repeticiones, haciendo un total de 52 unidades experimentales, donde los tratamientos fueron una combinación de parcelas cultivadas de maní inoculadas con la bacteria nitrificante *Rhizobium* a una dosis de 21.90 gr, como se indica en la Tabla 1. Los resultados se analizaron mediante análisis de varianza (Reyes 1981, Balzarini et al. 2008, Ramón 2000, & Guzmán 2002, Morales et al. 2009) usando el programa estadístico *InfoStat* y se compararon las medias con pruebas de Tukey al 0.05 de significancia.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en el trabajo de investigación.

Nº	Tratamientos	Dosis de aplicación de <i>Rhizobium</i>
1	Colorado de Bartolo	
2	AN - 1355	
3	Guaraní - 2010	
4	Blanco Paradito	
5	Colorado Iboerenda	
6	Bayo Gigante	21.9 gr de
7	Coloradito Chiquitano	Rhizobium/21.9 litros de
8	Coloradito del Ingre	agua
9	AN - 1890	
10	Coloradito	
11	Overo Bola	
12	Tubito Bayo	
13	L - 1288	

Tabla 2. Descripción de las siete variables evaluadas en la inoculación del cultivo de maní.

Variables Agronómicas:	Descripción
Biomasa (kg/ha)	Peso de biomasa de cada UE, se pesó todo el follaje de las plantas dentro del área útil.
Número de nódulos por planta	Se evaluó 10 plantas tomadas al azar de cada en cada UE, se cortaron las raíces y se contó el número de nódulos de cada una de las raíces. Para el procesamiento de las muestras se tuvieron en cuenta las técnicas descritas por el Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT 1988)
Peso de 100 granos	100 granos tomados al azar por tratamiento, el peso se expresó en kg. Cosecha de los dos surcos centrales de cada UE de cada tratamiento.
Rendimiento en grano (Kg/ha)	Para el análisis de las cosechas se utilizó la ecuación de rendimiento de granos de maní en kg/ha (<i>Rend</i>), donde <i>PC</i> = peso de campo del maní en vaina en kg/ha; <i>Sup.parc</i> = superficie en m ² ; <i>Hum cosech</i> =humedad del grano a la cosecha; <i>Hum estand</i> = humedad estándar para el maní en grano al 9%= 1 kg de vainas (Blanco 2005). $Rend. (Kg/ha) = PC (Kg/ha) \times \frac{(10.000)}{(Sup. parc)} \times \frac{(100 - Hum cosech)}{(100 - Hum estand)} \times (\% \text{ de grano})$

Resultados

Peso de la Biomasa incorporada (Kg/ha) al suelo

De acuerdo a la Figura 1, de análisis de la varianza, la biomasa incorporada por los ecotipos y variedades en la parcela de Azero Norte, no muestran diferencias significativas entre los tratamientos ($p= 0.0680$) y mediante la comparación de medias Tukey, el

T12 (*Tubito Bayo*) alcanzo la mayor incorporación de biomasa con un promedio de 13 172.94 kg/ha; seguido del T4 (*Blanco Paradito*) con 12 649.61 kg/ha; T1 (*Colorado de Bartolo*) reportó 8 261.76 kg/ha y por último el T13 (*L-1288*) con 6 466.30 kg/ha y T3 (*Guaraní 2010*) con 4 839.71 kg/ha, que fueron los ecotipos y variedades que presentaron menor biomasa.

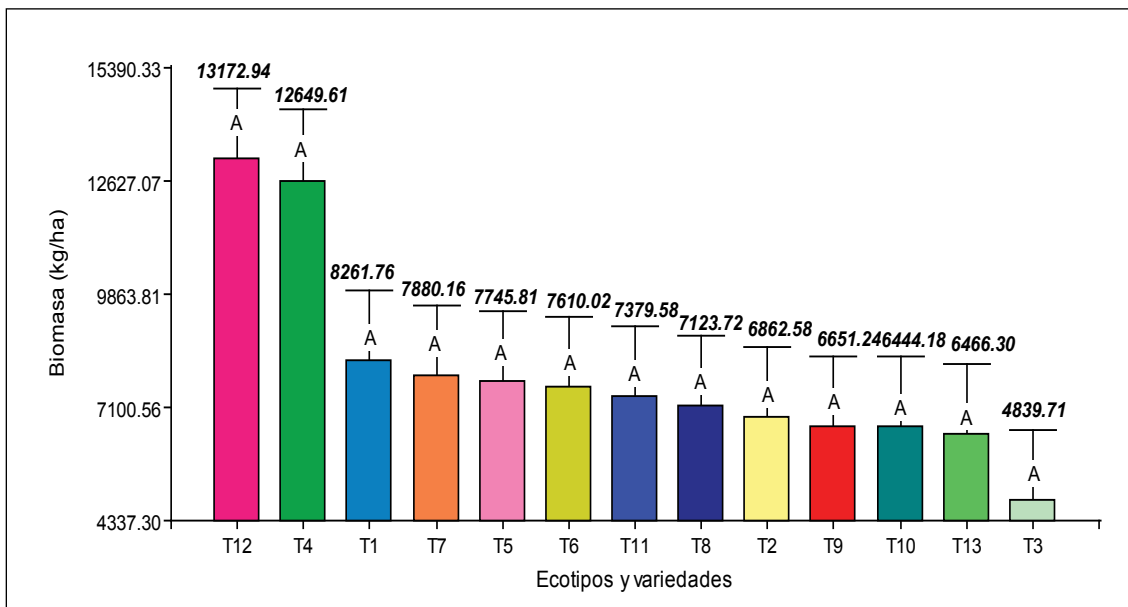


Figura 1. Efecto de la inoculación de *Rhizobium* en la cantidad de biomasa incorporada (kg/ha), en la parcela experimental de Azero Norte.

En cambio en la comunidad Zapallar la biomasa incorporada por los ecotipos y variedades de maní, muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), siendo que con la prueba de comparación de medias Tukey el T1 (*Colorado de Bartolo*) alcanzó el valor más alto de biomasa con un promedio de (6 664.56 kg/ha), siendo diferente

estadísticamente al resto de los tratamientos, seguido del T5 (*Colorado de Iboperenda*) con 6 486.23 kg/ha, y el T10 (*Coloradito*) que pesó 5 185.17 kg/ha y por último el T13 (*L-1288*) con 2 772.75 kg/ha y T2, *AN-1355* con 2 157.57 kg/ha que fueron los tratamientos que presentaron la menor biomasa de las plantas en comparación a los demás tratamientos (Fig. 2).

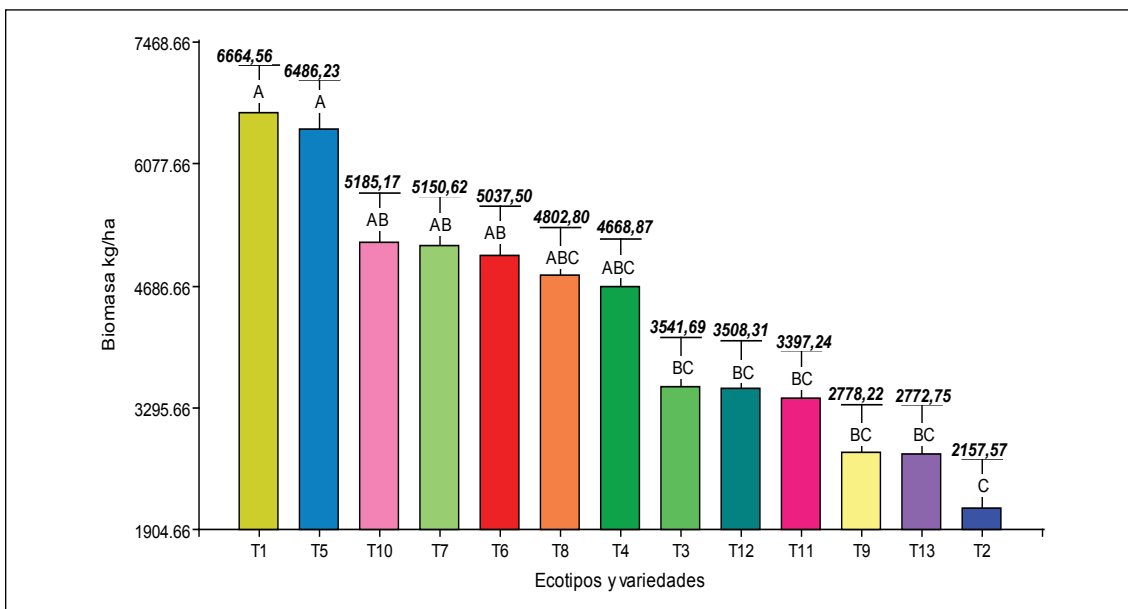


Figura 2. Efecto de la inoculación de *Rhizobium* en la cantidad de biomasa incorporada (kg/ha), en la parcela experimental de Zapallar.

Relación del número de nódulos/planta

En la parcela de Azero Norte, la variable número de nódulos/planta, muestra diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), indicando distintas habilidades de las cepas de *Rhizobium* para colonizar los ecotipos y variedades de maní. El tratamiento T7 (*Coloradito Chiquitano*), tiene el mayor número de nódulos con un promedio de 483.60 nódulos, siendo diferente estadísticamente al resto de los tratamientos, seguido del T8 (*Coloradito del Ingre*) con 448.65 nódulos, T6 (*Bayo Gigante*) con 432.18 nódulos, T13 (*Overo Bola*) con 270.93 nódulos y T10,

Coloradito (262.58 nódulos) fueron los tratamientos que presentaron el menor número de nódulos por planta (Fig. 3).

También la parcela del Zapallar mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.001$), donde el tratamiento T7 (*Coloradito Chiquitano*), tuvo el mayor promedio de nódulos (536.93) seguido de T6 (*Bayo Gigante*) con 518.38 nódulos, T10 (*Coloradito*) con 473.93 nódulos. El T11 (*Overo Bola*) con 243.30 nódulos y T13 (*L-1288*) fueron los tratamientos que presentaron el menor número de nódulos por planta (Fig. 4).

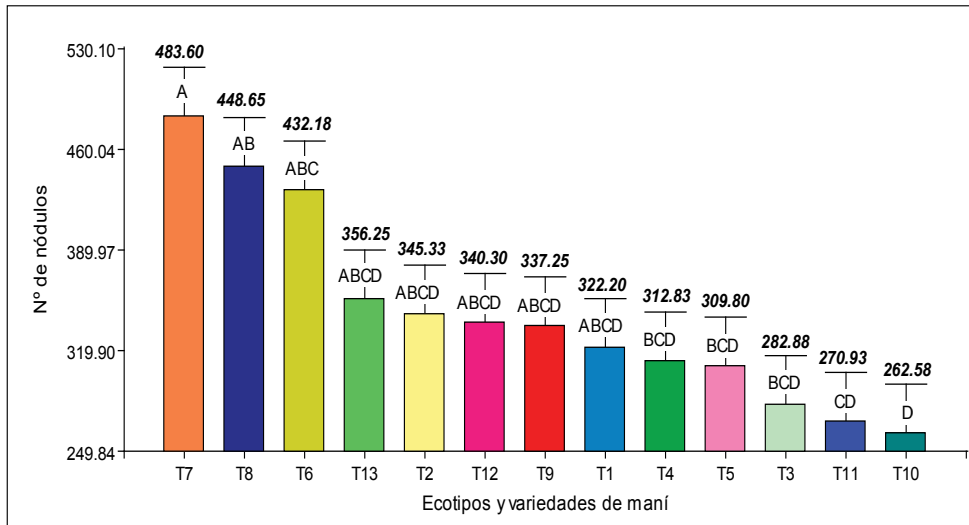


Figura 3. Efecto de la inoculación de *Rhizobium* sobre el número de nódulos/planta, en la parcela experimental de Azero Norte.

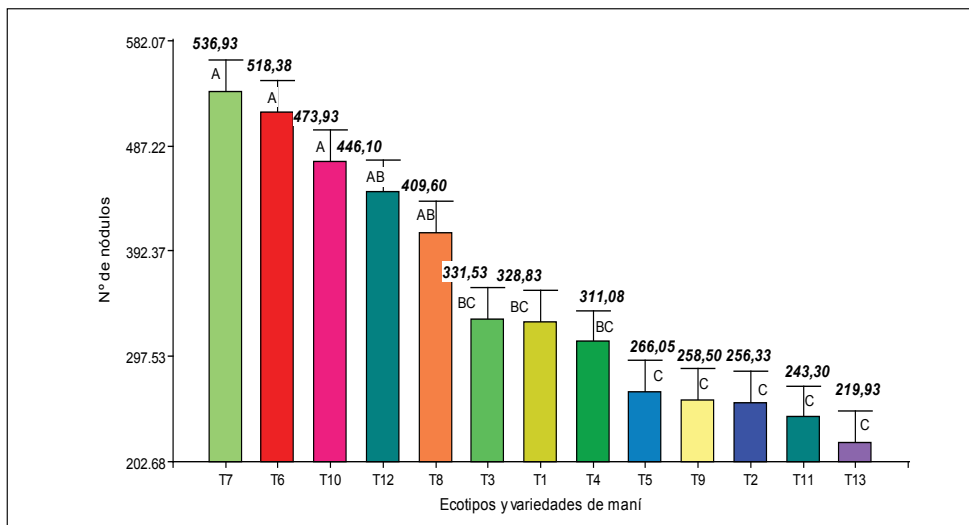


Figura 4. Efecto de la inoculación de *Rhizobium* sobre el número de nódulos/planta, en la parcela experimental del Zapallar

Rendimiento en grano (kg/ha).

Para la parcela de Azero Norte se determinó que el tratamiento T7 (*Coloradito Chiquitano*), con 2449.01 kg/ha, obtuvo el mejor rendimiento/ha, seguido por los tratamientos T1 (*Colorado de Bartolo*) con 2340.14 kg/ha, T9 (*AN-1890*) tuvo 2321.15 kg/ha. Mientras que el T3 (*Guarani 2010*) con 1412.86 kg/ha y T10 (*Coloradito*) con 1323.37 kg/ha, fueron los tratamientos que presentaron los rendimientos más bajos (Fig. 5).

De la parcela del Zapallar también el rendimiento (kg/ha) de los ecotipos y variedades, mostró diferencias significativas ($p < 0.001$), con el tratamiento T1 (*Coloradito de Bartolo*) que obtuvo 1512.47 kg/ha seguido de T6 (*Bayo Gigante*) con 1452.83 kg/ha; y el T12 (*Tubito Bayo*); T3 (*Guarani 2010*) y T2 (*AN-1355*) fueron los tratamientos que presentaron menor rendimiento (Fig. 6).

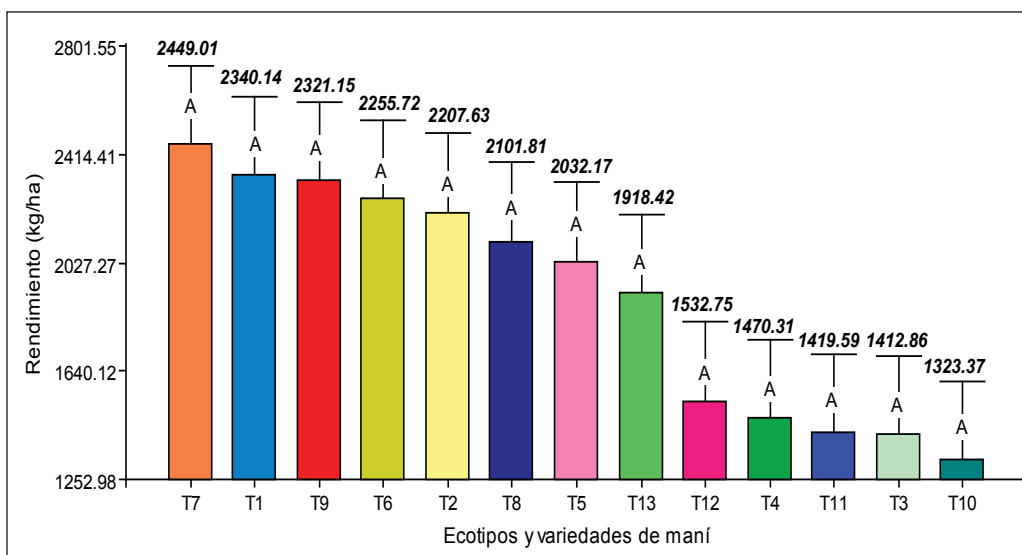


Figura 5. Efecto de la inoculación de *Rhizobium* sobre el rendimiento en (kg/ha), en la parcela experimental de Azero Norte

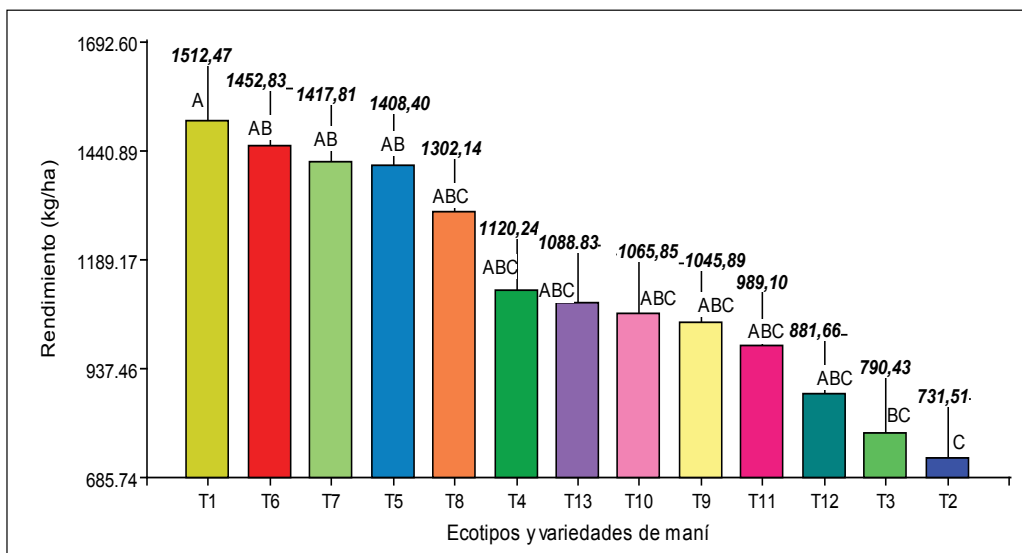


Figura 6. Efecto de la inoculación de *Rhizobium* sobre el rendimiento en (kg/ha), en la parcela experimental de Zapallar

Análisis del número de nódulos/panta y rendimiento en grano entre localidades

La variable número de nódulos/planta entre localidades, muestran diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.0001$), donde en la localidad de San Pedro del Zapallar las plantas alcanzaron el mayor valor (353.88 nódulos/planta), en relación a la localidad de Azero Norte con 346.52 nódulos, que produjo el menor número de nódulos por planta (Fig. 7a). El rendimiento en vaina seca (kg/ha) de la misma manera muestran diferencias significativas. En la localidad de Azero Norte los ecotipos y variedades alcanzaron en total 1 906.53 kg/ha y en la localidad de San Pedro del Zapallar 1 139.01 kg/ha (Fig. 7b).

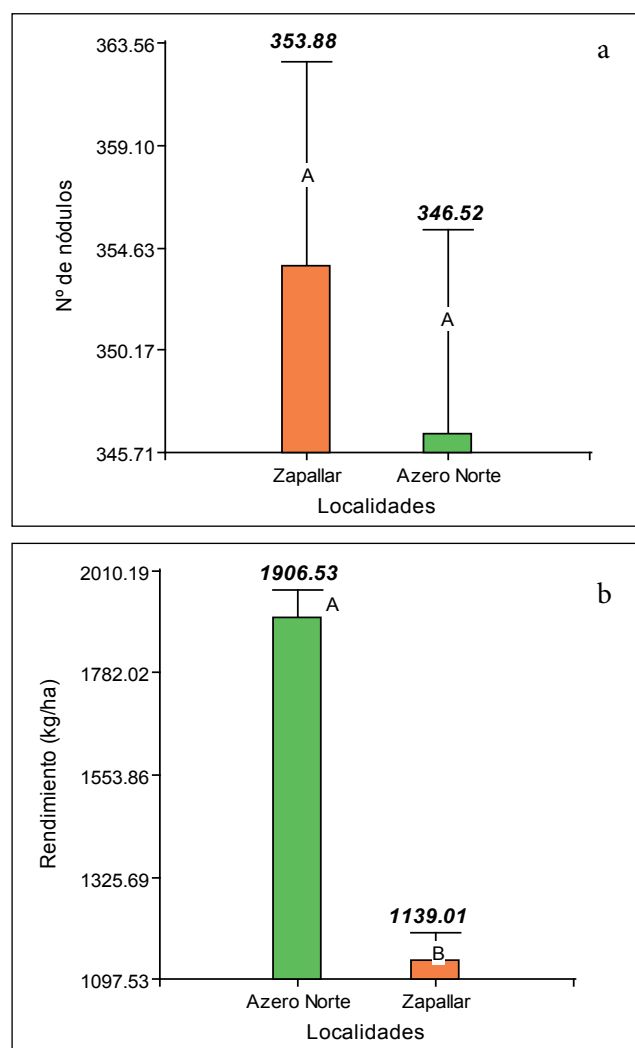


Figura 7. Comparación del efecto de la inoculación de *Rhizobium* sobre el a) número de nódulos/planta y b) el rendimiento en dos localidades del municipio de Monteagudo.

Discusión

Efecto nodular de las bacterias nitrificantes en ecotipos y variedades de maní

El género *Rhizobium* ha sido estudiado con fines agronómicos para cubrir la deficiencia de nitrógeno en el suelo (Hardarson & Craig 2003, Jackson et al. 2008). En el análisis del efecto nodular en los diferentes ecotipos y variedades de maní cultivados en las comunidades de Azero Norte se observaron diferencias entre los tratamientos donde el *Coloradito Chiquitano* (483.60 nódulos), el *Coloradito del Ingre* (448.65 nódulos), presentaron el mayor número de nódulos por planta y en la comunidad de San Pedro del Zapallar, se muestran diferencias entre los tratamientos, siendo mayor en el *Coloradito Chiquitano* (536.93 nódulos), y *Bayo Gigante* (518.38 nódulos). Estas diferencias se manifiesta, porque mediante la inoculación con *Rhizobium* se forma una simbiosis con las raíces de los ecotipos y variedades de maní, influyen factores de genotipo, y otros externos como tipo de suelo, humedad y otros factores ambientales (Martínez & Dibut 2006, Oldroyd & Downie 2008).

Efecto de la aplicación de inoculantes *Rhizobium* en el rendimiento en los ecotipos y variedades de maní

El rendimiento en grano es la variable principal en cualquier cultivo y determina la eficiencia con que las plantas hacen uso de los recursos existentes en el medio unido al potencial genético de la variedad, por lo tanto es el resultado de un sin número de factores biológicos ambientales y manejo que se le da al cultivo, los cuales se relacionan entre sí para expresarse en producción de grano por hectárea (Alvarado 2000). En la comunidad de Azero Norte se observó que el *Coloradito Chiquitano* (2 449.01 kg/ha) obtuvo el mayor rendimiento, *Colorado de Bartolo* (2 340.14 kg/ha), *AN-1890* (2 321.15 kg/ha) y *Bayo Gigante* (2 255.72 kg/ha) y en la comunidad de San Pedro del Zapallar *Colorado de Bartolo* (1 512.47 kg/ha), *Bayo Gigante* (1 452.83 kg/ha) y *Coloradito Chiquitano* (1 417.81 kg/ha) fueron los tratamientos que presentaron los mejores rendimientos, estos datos indican que los rendimientos varían de acuerdo al potencial del material genético (Becana & Begmar 1991, Zamudio 2009), las condiciones climáticas y de manejo del cultivo (Guamán & Álava 2004, Jerés et al. 2004, Peticari 2006). Comparando estos

resultados con los reportados por Villalba (2014), quien utilizando algunos ecotipos y variedades de maní, encontró resultados inferiores en un estudio de control de plagas y enfermedades en el cultivo de maní en la misma comunidad. Por otro lado, similares resultados de rendimiento fueron obtenidos por Barrientos & Fuentes (2013), quienes utilizaron la variedad colorado de Iboperenda (1 578.40 kg/ha) en agroecosistemas similares al presente estudio, aunque sin el uso de inoculantes.

Estos resultados nos indican que la inoculación de diferentes ecotipos y variedades de maní con *Rhizobium* tienen un excelente potencial para que sea utilizado como promotor de crecimiento de plantas, así mismo se constituye como un medio económicamente atractivo y ecológicamente aceptable para reducir el uso de fertilizantes químicos.

Conclusiones

Para el número de nódulos por planta en la comunidad de Azero Norte y San Pedro del Zapallar el ecotipo *Coloradito Chiquitano* (T7), alcanzó la mayor población nodular en relación a los otros tratamientos alcanzando un promedio de 483.60 nódulos/planta en la comunidad de Azero Norte y 536.93 nódulos/planta en la comunidad de San Pedro del Zapallar.

Mediante la aplicación de inoculantes en la producción de maní, en la comunidad de Azero Norte, obtuvieron mayor rendimiento el ecotipo *Coloradito Chiquitano* (T7), el 2 449.01 kg/ha, seguido del ecotipo *Colorado de Bartolo* (T1) con 2 340.14 kg/ha. Mientras que en la comunidad de San Pedro del Zapallar, el rendimiento del ecotipo *Colorado de Bartolo* (T1), fue mayor con 1 512.47 kg/ha y *Bayo Gigante* (T6) alcanza el segundo valor más importante con 1 452.83 kg/ha, siendo estos tratamientos más eficientes para la producción del cultivo de maní con técnicas de inoculación.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, por la oportunidad de difundir estos resultados. A la Ing. Martha Serrano y Heriberto Reynoso por la motivación para escribir el presente artículo y apoyo logístico durante la ejecución del presente trabajo. De la misma manera a los productores de las comunidades de Azero Norte y San Pedro del Zapallar por la grata acogida en la región.

Referencias

- Balzarini, G.M., L. González, E.M. Tablada, Casanoves. J.A. Di Rienzo. & C.W. Robledo. 2008. Infostat. Manual de Usuario. Editorial Brujas. Córdoba, Argentina. 20-256.
- Barrientos, M., V. Fuentes & Acebey, R. 2013. Evaluación de periodos críticos y determinación de parámetros técnicos para el control de malezas en el cultivo de maní (*Arachis hypogaea* var. Colorado de Iboperenda) en la comunidad de Azero norte (Chuquisaca, Bolivia) 8-14.
- Becana, M. & E. Begmar. 1991. Metabolismo del nitrógeno y oxígeno en nódulos de leguminosas. In: Fijación y movilización biológica de nutrientes. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España. p. 33-50.
- Blanco, E. 2005. Guía técnica para el mejoramiento de variedades vegetales de maní (*Arachis hypogaea* L.). Ministerio de asuntos campesinos y agropecuarios. Programa nacional de semillas. s.l. 12.
- Cabrera, I., R.E. Lazo & R. Vallejos. 2014. Inoculación de semillas de ecotipos y variedades de maní. Boletín informativo serie 3 No 1. IASA – Beisa 3. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Monteagudo – Bolivia. 4.
- Cerezo, E. 2011. Estudio Socioeconómico. En: Plan de manejo del Parque nacional y área natural de manejo integrado Serranía del Iñao.
- Cerioni, G., M. Baliña, D. Toniotti, O. Giayetto & E. Fernandez. 2007. Inoculación de maní aplicada en el surco. Biomasa, componentes del rendimiento y calidad. Dpto. de Producción Vegetal, Facultad de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires, Argentina Dirección: <http://www.ciacabrera.com.ar/InfoJornadas/Jornada22/Cerioni%20Guillermo%20-%20Inoculaci%C3%B3n%20al%20suelo.pdf> (en línea 14 de Enero 2014).
- Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1988. “Simbiosis leguminosa-Rizobio. Manual de métodos de evaluación, selección y manejo agronómico”, CIAT Eds., Cali, p. 203.
- Cuadrado, B. G. Rubio, W. Santos. 2009. Caracterización de cepa de *Rhizobium* y *Bradyrhizobium* (con habilidad de nodulación) seleccionados de los cultivos de frijol caupi

- (*Vigna unguiculata*) como potenciales bioinóculos. Rev. Colomb. Cienc. Quim. Farm. Vol.38 No.1 Bogotá.
- Fassbende, H.W. & E. Bornemisza. 1994. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura Eds., San José, 1994, p. 420.
- Guzmán, P. 2002. Diseño y análisis de experimentos agrícolas y pecuarios. U.M.R.P.S.F.X.CH. Sucre, Bolivia. 20-31.
- Halliday, J., & P. Somasegaran. 1982. Nodulation, fixation, and Rhizobium Strain affinities in the genus *Leucaena*, Asian-pacific. Internationale Development Research Center. 27- 32
- Hamdi, Y.A. 2008. La fijación biológica del nitrógeno. FAO Eds., Roma.
- Hardarson. G. & A. Craig. 2003. Optimising biological N₂ fixation by legumes in farming systems. Plant and soil. 252(1):41-54.
- Jackson, L., E. Burger & T. Cavagnaro. 2008. Roots, nitrogen transformations, and ecosystem services. s.l.
- Jerés, M., G. Bernal, R. Guzmán. & J. Ullauri. 2004. Preparación (inoculación) de semilla de maní con bacteria *rhizobium*. Departamento nacional de protección vegetal – INIAP. Quito Ecuador.
- Lozano, R., M.A. Barrientos, P. Kudsk & R. Acebey. 2013. Malezas de los agroecosistemas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao: “Guía para identificar malezas de hoja ancha, pastos y similares. Beisa 3, Herbario del Sur de Bolivia, Universidad Mayor de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia. 18-19.
- Martínez, R. & B. Dibut. 2006. Practical Applications of bacterial biofertilizers and biostimulators. In: Biological approaches to sustainable soil systems. Taylor and Francis group, LLC. 764.
- Morales, J., J.L. Quemé & M. Melgar. 2009. Infostat manual de usos: ejemplos de los principales métodos estadísticos utilizados en la industria cañera. Centro Guatemalteco de investigaciones y capacitación de la caña de azúcar (CENGICAÑA). Santa Lucia, Guatemala. 1-43.
- Oldroy, G. & J. Downie. 2008. Coordinating nodule morphogenesis with rhizobial infection in legumes. s.l.
- Perticari, A. 2006. Pasturas de alfalfa: importancia de una adecuada inoculación. MYZA- CICVyA – INTA. 1-5.
- Ramón, G. 2000. Diseños experimentales. Apuntes de clase del curso seminario investigativo VI. Colombia 1-38.
- Reyes, P. 1981. Diseño de experimentos aplicados. Mexico D.F. Trillas. 348.
- SERNAP. 2013. Plan de manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. Documento síntesis del plan (2012 – 2021). Sucre, Bolivia. 36p.
- Suárez, A. 2013. Efecto De Inoculación de Rhizobium en el Crecimiento y Nutrición de Plántulas de Soya, en la Zona de Manglaralto, Cantón Santa Elena (Doctoral dissertation).
- Wynne, J.C., F. A. Bliss & J. C. Rosas. 1987. Principal and Practice of Field Designs to Evaluate Symbiotic Nitrogen Fixation. In: G. Elkan (ed.), Symbiotic Nitrogen Fixation Technology. Marcel Dekker Inc., New York. pp 371-388.
- Zamudio, F. 2009. Importancia de la fuente de semilla en el mejoramiento genético forestal. Universidad de Talca. Dirección: http://colbun.otalca.cl/intercambio/otros/mgforestal/Manual_Adobe/apunte004.pdf (En línea: 25 de junio de 2014).

Ética y biotecnología: más preguntas que respuestas Juntos por la seguridad alimentaria en Bolivia

Ethics and Biotechnology: More questions than answers
Together for assurance of nutrition and food supply in Bolivia

Gabor L Lövei¹ & Martha Serrano²

¹Aarhus University, Department of Agroecology - Crop Health, Forsøgsvej 14200 Slagelse, Denmark

² Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

gabor.lovei@agro.au.dk

La seguridad alimentaria es una preocupación real, la simple razón es que 800 millones de personas pasan hambre, no porque no existe producción agrícola o porque no se produce suficiente alimento, que se lo hace permanentemente, y se trabaja en ello; más que todos estos argumentos la responsabilidad es de orden social y no de la producción agrícola por sí misma.

La biotecnología tiene un papel importante para el desarrollo futuro de la agricultura – y también tiene el potencial para dañar la vida de millones de habitantes en el mundo. Por tanto, la tecnología no es la única razón, ni más importante para lograr la seguridad alimentaria. Como indica el informe del Consejo de Derechos Humanos de la ONU del 2010 (A/HRC/16/49). “El futuro debe ser la agricultura ecológicamente más sensible y no una agricultura más industrial”.

Como ejemplo se tiene que las malezas resistentes al herbicida denominado Glifosato, contaminan 61.2 millones de hectáreas de tierras agrícolas en los EE.UU, debido al uso excesivo de este agroquímico relacionado a la siembra de cultivos transgénicos. Similares problemas molestan a los productores en Argentina y Brasil. ¿Qué es lo que la industria sugiere *como solución verde?* Las nuevas plantas transgénicas resistentes al herbicida dañino 2.4-D, conocido como “agente naranja” desde la guerra de Vietnam. Significa que no es ni verde, ni sustentable.

Los riesgos de los cultivos genéticamente modificados se incrementan y no se puede negar, diferentes afirmaciones de artículos de prensa que fueron

publicados, refieren a que la biotecnología es más que riesgo, y existen suficientes documentos científicos que respaldan sus efectos nocivos. Un ejemplo: en China los productores tuvieron que incrementar tratamientos fitosanitarios porque el algodón GM (Genéticamente Modificado) es como un caldo de cultivo para las plagas de insectos que se dispersan sobre la tierra, infestando otros cultivos.

Los cultivos transgénicos tienen que ser analizados con mucho cuidado, y deben ser estrictamente regulados y no mostrar sólo supuestos beneficios, los cuales no ayudan a la adopción de la biotecnología para mejorar sostenibilidad de la producción agrícola que provee alimentos para la humanidad.

Suelos y los servicios ecosistémicos

Soils and ecosystem services

Elke Noellemeier^{1,2}

¹Profesora de la Cátedra de Edafología, Facultad de Agronomía Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam), Santa Rosa, Argentina.

²Investigadora Asociada. Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia. enoellemeier@gmail.com

La materia orgánica del suelo, y en particular el elemento más abundante en ella, el Carbono (C), son los que movilizan la mayoría de los procesos biológicos, físicos y químicos que ocurren en el suelo.

El manejo de la materia orgánica del suelo (MOS) se ha centrado tradicionalmente en la mejora de la productividad de los cultivos. Por lo tanto, MOS se ha considerado principalmente como una fuente de nutrientes para las plantas, y las prácticas agrícolas fueron desarrolladas con la premisa de extraer más fácilmente los nutrientes vegetales durante la fase de cultivo y para reponer las reservas de nutrientes durante la fase de no-cultivo de la rotación (Whitbread et al. 2000). La rotación de cultivos de cosecha y barbechos a base de pasturas perennes confiere estabilidad al sistema del suelo y era un sistema de producción agrícola sostenible hasta la llegada de los fertilizantes inorgánicos, herbicidas, el mejoramiento genético de cultivos de alto rendimiento y la innovación tecnológica de la labranza mecanizada, que en su conjunto constituyó la llamada “revolución verde”. Estos cambios globales provocaron una mejora sustancial en la producción de alimentos pero también producen un desacoplamiento de los procesos biológicos con las concentraciones de los nutrientes esenciales en el suelo (Tonitto et al. 2006). La disponibilidad de fuentes de nitrógeno sintético de bajo costo y herbicidas eficientes ha promovido esta tendencia, y permitió a vastas áreas de las tierras más productivas del mundo para ser cultivadas con un tipo de cultivo durante períodos prolongados (Tilman et al. 2002). El problema inherente asociado con este tipo de manejo de las tierras es una reducción drástica de la diversidad vegetal sobre el suelo, que también se traduce en una disminución de la actividad y la diversidad microbiana del suelo (Milcu et al. 2010), y por lo tanto en una pérdida de las funciones vitales del suelo (Nielsen et al. 2011). La producción de

biomasa, la protección de los seres humanos y el medio ambiente, reservorio de genes, base física de las actividades humanas, el origen de las materias primas, y el patrimonio geogénica y cultural se han identificado como principales funciones del suelo (Blum 2005). Los suelos son organismos vivos y sus múltiples funciones ecosistémicas están íntimamente relacionados con las transformaciones y la dinámica de la MOS, que están mediadas por la actividad biótica del suelo y la dinámica estructural del suelo (Six et al. 2002). Por lo tanto, el manejo del suelo para múltiples servicios ecosistémicos tiene que centrarse en el vínculo entre la MOS, la estructura del suelo y la biota del suelo y los factores que regulan de este enlace (Six et al. 2004, Wardle et al. 2004).

Recientemente, se ha producido un fuerte enfoque en la MOS como reservorio de C y un mecanismo de secuestro de C y la protección del cambio climático (Lal 2004, Powlson et al. 2011), pero mucho menos atención fue dada a la gestión de los servicios de regulación, los culturales y los de apoyo. La importancia del carbono del suelo en relación a abordar apremiantes problemas mundiales a través de la provisión de diversos servicios ecosistémicos ha sido reconocido por los responsables políticos hasta hace tiempos muy recientes (Victoria et al. 2012).

El capital natural del suelo y servicios ecosistémicos relacionados

El término “*capital natural*” fue diseminado por Robert Costanza (Costanza et al. 1997), que define el capital natural como “*la extensión de la noción económica del capital (medios de producción fabricados) a los bienes y servicios ambientales. Una definición funcional de capital en general es: una acción que produce un flujo de bienes o servicios valiosos en el futuro. El capital natural es, pues, la*

acción de los ecosistemas naturales que produce un flujo de bienes y servicios de los ecosistemas valiosos en el futuro. Por ejemplo, una reserva de árboles o peces proporciona un flujo de nuevos árboles o peces, un flujo que puede mantenerse indefinidamente. El capital natural también puede proporcionar servicios como los desechos de reciclaje o de captura de agua y control de la erosión. Dado que el flujo de servicios de los ecosistemas requiere que funcionen los sistemas en su conjunto, la estructura y diversidad del sistema son componentes importantes de capital natural. “ (Http://www.eoearth.org/article/Natural_capital, consultado sobre 22/01 / 2013).

Sólo recientemente, estos conceptos han sido aplicado a los suelos (Dominati et al. 2010, Robinson et al. 2012), a pesar de la importancia obvia del capital natural y de los servicios ecosistémicos para la ciencia del suelo. La falta de tipología consistente o terminología para los servicios ecosistémicos

significa que las propiedades, procesos, funciones y servicios se hayan utilizado indistintamente, lo que lleva a la confusión (Robinson et al. 2012), y con frecuencia el foco sobre los bienes y servicios finales ignora la importancia de los suelos en su entrega. En un intento de clarificar los conceptos y desarrollar un marco de capital natural y servicios ecosistémicos de los suelos, Dominati y colegas (Dominati et al. 2010) definen el capital natural de los suelos a través de sus propiedades físicas inherentes, tales como profundidad, contenido y tipo de arcilla, junto con propiedades manejables tales como la disponibilidad de nutrientes, materia orgánica del suelo, pH, etc. (Fig. 1). Estas propiedades pueden cambiar bajo la influencia de los procesos naturales, tales como los procesos climáticos y geológicos, o debido a factores antropogénicos, como el uso de la tierra y la tecnología agrícola. A través del capital natural de los suelos, servicios ecosistémicos que cumplen las necesidades humanas pueden ser definidos (Fig.1).

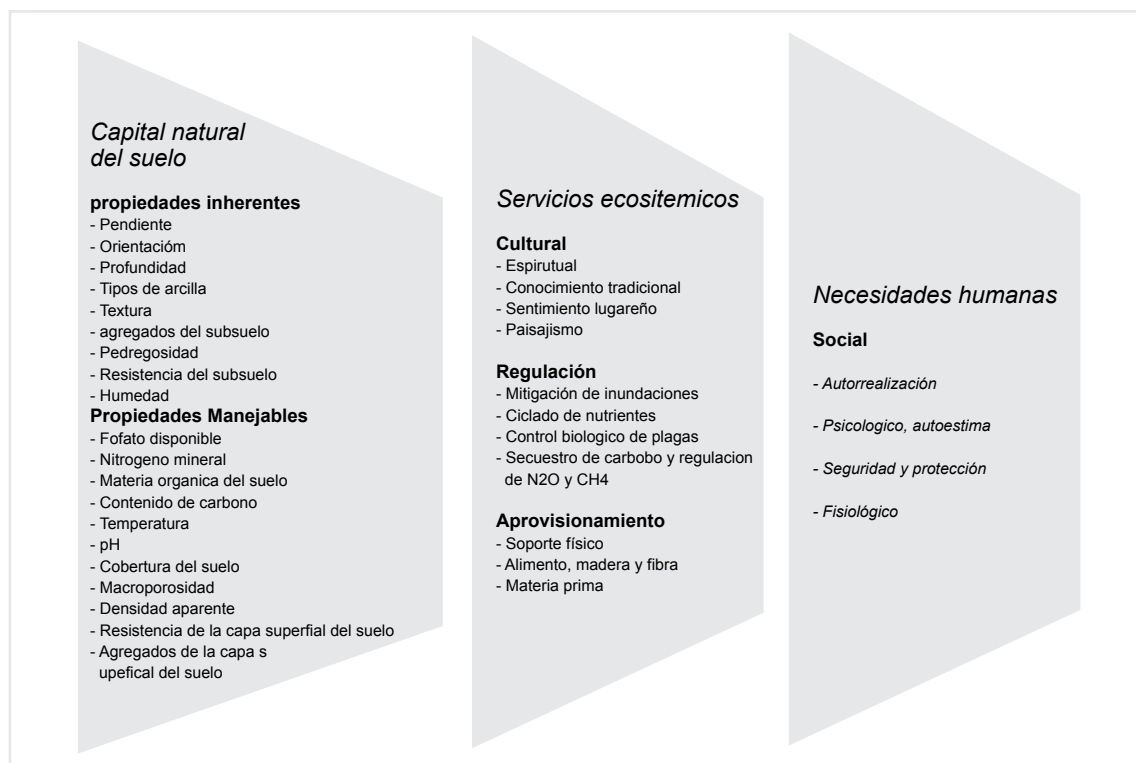


Figura 1. El capital natural del suelo, servicios ecosistémicos y necesidades humanas (Adaptado de Dominati et al. 2010)

La mayoría de las propiedades manejables de los suelos se relacionan directamente con el C del suelo. Por ejemplo, la materia orgánica del suelo contiene más de 50% de C; la disponibilidad de nitrógeno y azufre están directamente acoplados al ciclo de C (Cadisch et al. 1996); la macro porosidad, el tamaño de los agregados, la densidad aparente y otras propiedades físicas del suelo son directamente relacionadas con el C del suelo (Dexter et al. 2008, Noellemeyer et al. 2008, Urbanek et al. 2011) as it acts as physical barrier between the decomposing microorganisms and the substrates. It is, however, not fully understood how the organic carbon (C(org), Holeplass et al. 2004, Plante & McGill 2002, Scott et al. 2002, Six et al. 2004, 2002; Swinton et al. 2007) as it acts as physical barrier between the decomposing microorganisms and the substrates. It is, however, not fully understood how the organic carbon (C(org.

Servicios ecosistémicos y procesos edáficos

Independiente del tipo de servicio ecosistémico, los procesos edáficos proporcionan funciones claves para satisfacer las necesidades humanas. Estos procesos que ocurren en los suelos pueden proporcionar bienes agrícolas como alimentos o fibra, como también bienes no-agrícolas (Fig. 2).

Los servicios no-agrícolas proporcionados por los procesos edáficos son vitales para las necesidades humanas, y todos los procesos que proporcionan estos servicios están directamente relacionados con las cantidades de C del suelo y su ciclado. El manejo del suelo para sostener el abastecimiento y la calidad de agua también mejorará el control de la erosión, la composición de la atmósfera, y la regulación del clima. Todos estos servicios ecosistémicos son muy dependientes de la estructura del suelo y la dinámica de la MOS.

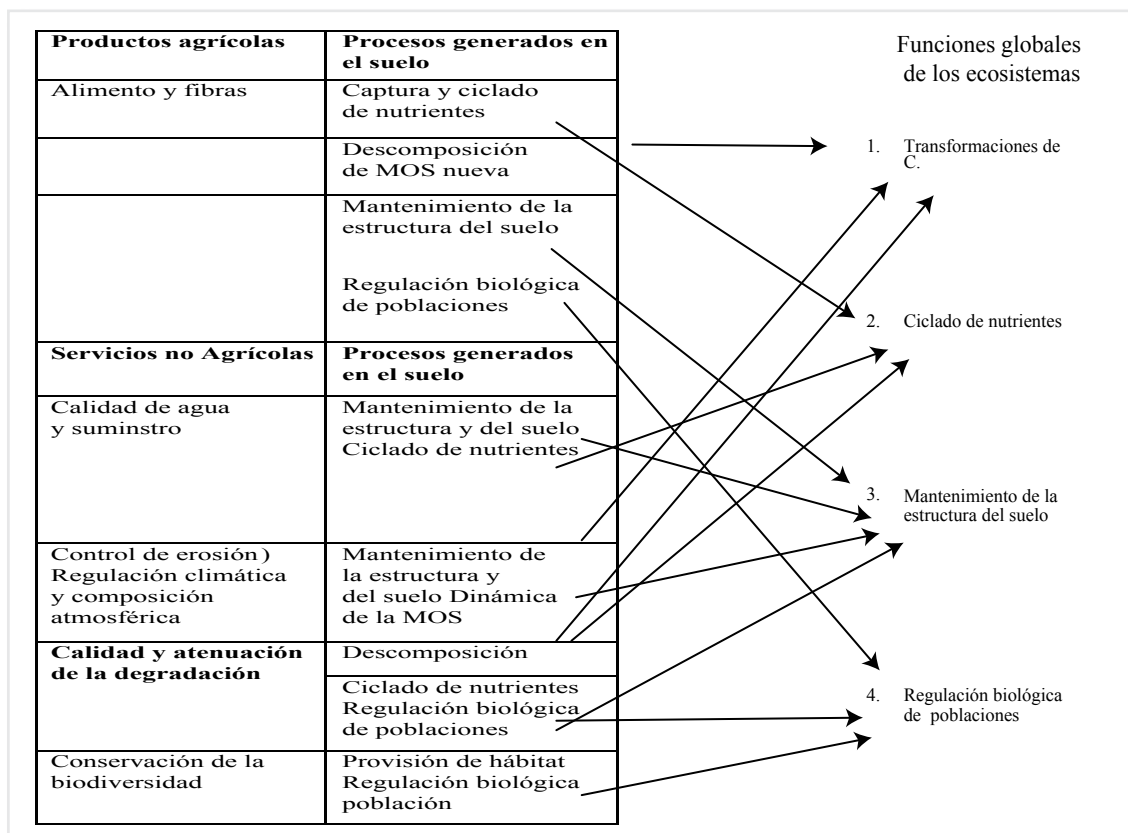


Figura 2. Servicios ecosistémicos y los procesos edáficos relacionados. (Adaptado de Pulleman et al. 2012).

Los principios básicos para el manejo del suelo que mejora la MOS y la estructura consisten en la reducción de las pérdidas de carbono a través de tasas de respiración excesivos que están asociados a las labranzas convencionales. La labranza cero es una tecnología ampliamente utilizada que produce una perturbación mínima del suelo y por lo tanto induce menos la respiración microbiana que el arado de vertedera tradicional. Esta técnica también confiere cobertura permanente de residuos al suelo, evitando exponer el suelo desnudo a los vientos o lluvias fuertes. La rotación de cultivos anuales con cultivos perennes, también contribuye a reducir las emisiones de carbono, especialmente durante la fase de pastura. Cultivos de alto rendimiento proporcionan la base para lograr buenos niveles de cobertura y residuos sobre el suelo. Sistemas de producción que eliminan una gran proporción de residuos posterior a la cosecha, como por ejemplo para la producción de biocombustibles o fardos de paja, tienen un impacto negativo sobre el

contenido de MOS (Lal 2009). La actividad biológica del suelo es fundamental para construir y mantener una buena estructura del suelo (Ayuke et al. 2011, Six and Paustian 2014). Además de los restos vegetales en la superficie del suelo, la biomasa de raíces y sus exudados constituyen una importante fuente de alimentos para los microorganismos, lombrices y otros organismos superiores, así (Kong & Six 2012, 2010).

Manejo del carbono del suelo para múltiples y específicos servicios ecosistémicos

Mantenimiento y mejora de la estructura del suelo

La estructura del suelo es el resultado de la interacción entre constituyentes minerales inorgánicos y componentes orgánicos del suelo que forman agregados estables (Elmholt et al. 2008, Niewczas 2003).

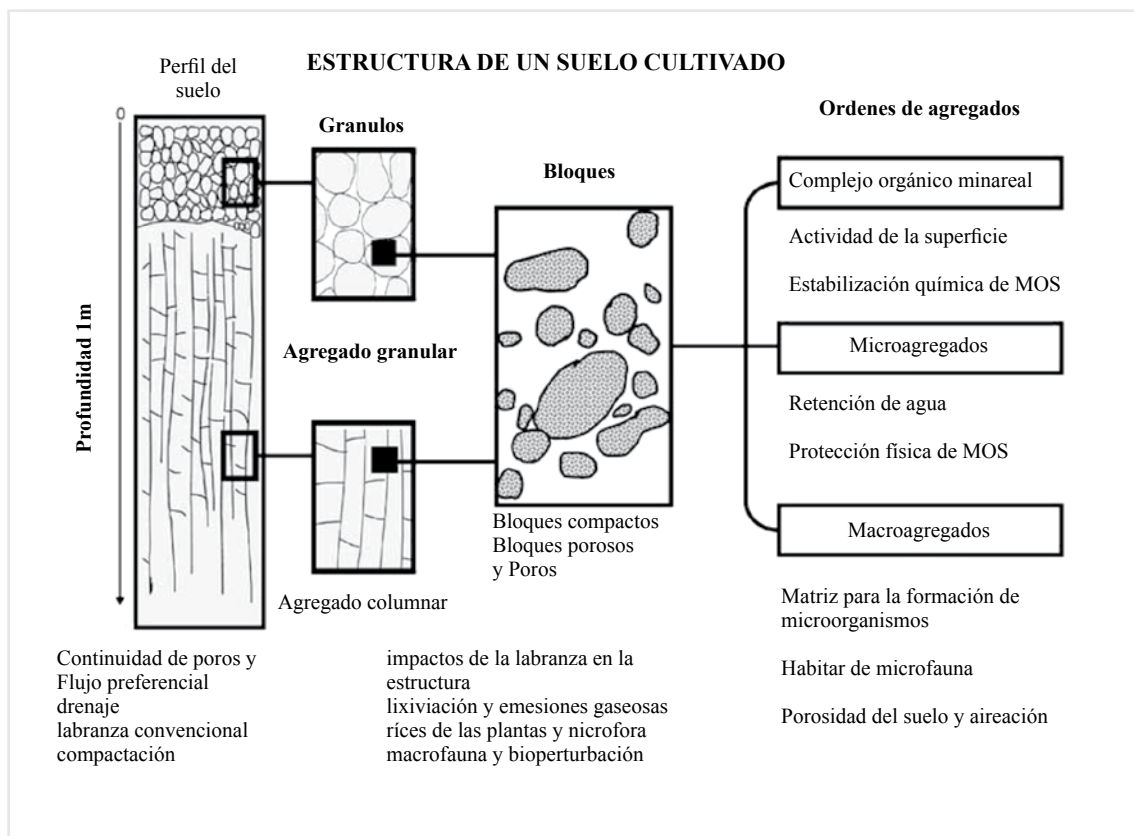


Figura 3. Jerarquía estructural del suelo en diferentes escalas de análisis, adaptado de Carter (2004).

En la mayoría de los suelos, la materia orgánica es el agente cementante más importante que contribuye a la estabilidad de los agregados, aunque en muchos suelos tropicales los iones polivalentes metálicos y alcalinos son muy importantes en el mantenimiento de la estructura (Barthes et al. 2008, Chivenge et al. 2011, Six et al. 2000). La disposición de los agregados estables define el volumen de los poros del suelo y su distribución de tamaño, que a su vez afecta a la mayoría de las propiedades del suelo relacionadas con el transporte de agua y gas (Horn & Smucker 2005). Muchos estudios han demostrado que los suelos bajo pasturas permanentes tienen mejor estructura que los suelos agrícolas que se cultivaban con frecuencia (Berhonger et al. 2013, Noellemeyer et al. 2008, Pulleman and Marinissen 2004, Zach et al. 2006). Esta es una manera en la que rotaciones de cultivos que incluyen pasturas perennes contribuyen al mantenimiento de la estructura del suelo. La labranza cero o siembra directa (SD) también ha sido demostrada que mejora la estructura del suelo, en comparación con los sistemas de labranza tradicionales, debido a la reducción de la remoción del suelo (Fernández et al. 2010, Hollinger et al. 2005, Lal et al. 2007, López et al. 2012, Lorenz et al. 2006, Quiroga et al. 2009, Six et al. 2002, Smith & Bolton 2003, Zotarelli et al. 2005). Sin embargo, los aportes de C en un suelo es también un factor importante en la estabilización de la estructura del suelo y del C edáfico (Kong et al. 2011). Por lo tanto SD combinado con otras prácticas agrícolas que mejoran los aportes de C como el mulching y los cultivos de cobertura estabilizarán aún más la estructura del suelo y aumentarán el carbono del suelo (Alletto et al. 2011, Ding et al. 2006, Restovich et al. 2012, Rockström et al. 2009, Santos et al. 2011, Zhu et al. 2012).

Manejo del carbono del suelo para el control de la erosión

La pérdida de partículas minerales y orgánicas del suelo a través de la erosión hídrica o eólica causa una pérdida irreversible de los recursos que sustentan los servicios ecosistémicos del suelo. En algunos casos, los procesos erosivos transportan la materia orgánica y las partículas de arcilla a distancias cortas y dan lugar a una redistribución espacial de estos elementos (Li et al. 2008, Polyakov & Lal 2004), en muchos casos, sin embargo, las partículas erosionadas son transportadas a mucho mayores distancias lo cual implica su pérdida y disminución de la productividad

de las tierras (Ballantine et al. 2005). La prevención de la erosión del suelo depende en gran medida de la estabilidad de la estructura del suelo (Fattet et al. 2011) y por lo tanto se ve fuertemente afectado por la dinámica de la MOS. El contenido de materia orgánica del suelo es un factor importante para determinar la estabilidad de agregados (Cerdeira 2000; Eynard et al. 2004), y la fracción de agregados en seco de tamaño <0.84 mm se puede utilizar como un indicador de la susceptibilidad de los suelos a la erosión eólica (López et al. 2007; Zobeck et al. 2003). Cuando se cambia de los sistemas de cultivo convencionales a los sistemas de labranza conservacionista o SD los procesos de erosión hídrica (Schuller et al. 2007) e eólica (Hevia et al. 2007) se reducen drásticamente. Este efecto beneficioso de la labranza conservacionista se ha relacionado con los contenidos de MOS más altos y mayor porosidad de la superficie (Kirkby et al. 2000, Rhoton and Shipitalo 2002). Otro factor que contribuye al control de la erosión es la cobertura del suelo permanente proporcionada por plantas vivas o muertas (López et al. 2003, Soane et al. 2012) o en los sistemas de vegetación naturales (Adema et al. 2004). Repetidas labranzas a una profundidad fija pueden conducir a la compactación subsuperficial del suelo y la formación de “piso de arado” (Hamza & Anderson 2005), que reducen la infiltración del agua y por lo tanto aumentan la erosión (Zink et al. 2011). Sistemas de cultivo de rotación e integradas que promueven el desarrollo radicular profundo pueden mitigar el efecto de la labranza repetida (Keller et al. 2012). En los pastizales naturales y en las pasturas implantadas, la intensidad de pastoreo es un factor desencadenante de la erosión; el sobrepastoreo promueve la erosión (Oztas 2003) mediante la compactación de la capa superficial del suelo y la reducción de los aportes de C de las hojas y de las raíces (Barto et al. 2010, Franzluebbers and Stuedemann 2008, Steffens et al. 2008).

Referencias

- Adema, E.O., D.E. Buschiazzo, F.J. Babinec, T.E. Rucci & V.F.G. Hermida. 2004. Mechanical control of shrubs in a semiarid region of Argentina and its effect on soil water content and grassland productivity. *Agric. Water Manag.* 68, 185–194. doi:10.1016/j.agwat.2004.04.001
- Alletto, L., Y. Coquet & E. Justes. 2011. Effects of tillage and fallow period management on soil physical behaviour and maize development.

- Agric. Water Manag. 102, 74–85. doi:10.1016/j.agwat.2011.10.008
- Ayuke, F.O., L. Brussaard, B. Vanlauwe, J. Six, D.K. Lelei, C.N. Kibunja & M.M. Pulleman. 2011. Soil fertility management: Impacts on soil macrofauna, soil aggregation and soil organic matter allocation. *Appl. Soil Ecol.* 48, 53–62. doi:10.1016/j.apsoil.2011.02.001
- Ballantine, J.-A.C., G.S. Okin, D.E. Prentiss & D.A. Roberts. 2005. Mapping North African landforms using continental scale unmixing of MODIS imagery. *Remote Sens. Environ.* 97, 470–483. doi:10.1016/j.rse.2005.04.023
- Barto, E.K., F. Alt, Y. Oelmann, W. Wilcke & M.C. Rillig. 2010. Contributions of biotic and abiotic factors to soil aggregation across a land use gradient. *Soil Biol. Biochem.* 42, 2316–2324. doi:10.1016/j.soilbio.2010.09.008
- Blum, W.E.H. 2005. Functions of Soil for Society and the Environment. *Rev. Environ. Sci. Bio/Technology* 4, 75–79. doi:10.1007/s11157-005-2236-x
- Cadisch, G., H. Imhof, S. Urquiaga, R. Boddey & K. Giller. 1996. Carbon turnover (Δ 13C) and nitrogen mineralization potential of particulate light soil organic matter after rainforest clearing. *Soil Biol. Biochem.* 28, 1555–1567.
- Carter, M. 2004. Researching structural complexity in agricultural soils. *Soil Tillage Res.* 79, 1–6. doi:10.1016/j.still.2004.04.001
- Cerda, A. 2000. Aggregate stability against water forces under different climates on agriculture land and scrubland in southern Bolivia. *Plant Soil* 57, 159–166.
- Chivenge, P., B. Vanlauwe, R. Gentile & J. Six. 2011. Organic resource quality influences short-term aggregate dynamics and soil organic carbon and nitrogen accumulation. *Soil Biol. Biochem.* 43, 657–666.
- Costanza, R., R. Arge, R. Groot, S. Farberk, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V.O. Neill, J. Paruelo, R.G. Raskin & P. Suttonkk. 1997. The value of the world 's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253–260.
- Dexter, A., E. Czyz, G. Richard & A. Reszkowska. 2008. A user-friendly water retention function that takes account of the textural and structural pore spaces in soil. *Geoderma* 143, 243–
- Dominati, E., M. Patterson & A. Mackay, A. 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. *Ecol. Econ.* 69, 1858–1868. doi:10.1016/j.ecolecon.2010.05.002
- Elmholt, S., P. Schjønning, L.J. Munkholm & K. Debosz. 2008. Soil management effects on aggregate stability and biological binding. *Geoderma* 144, 455–467. doi:10.1016/j.geoderma.2007.12.016
- Eynard, A., T. Schumacher, M. Lindstrom & D. Malo. 2004. Aggregate sizes and stability in cultivated South Dakota prairie Ustolls and Usterts. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 68, 1360–1365.
- Fattet, M., Y. Fu, M. Ghestem, W. Ma, M. Foulonneau, J. Nespoulous, Y. Le Bissonnais, & Stokes. 2011. Effects of vegetation type on soil resistance to erosion: Relationship between aggregate stability and shear strength. *Catena* 87, 60–69. doi:10.1016/j.catena.2011.05.006
- Fernández, R., A. Quiroga, C. Zorati & E. Noellemyer. 2010. Carbon contents and respiration rates of aggregate size fractions under no-till and conventional tillage. *Soil Tillage Res.* 109, 103–109. doi:10.1016/j.still.2010.05.002
- Franzluebbers, A., J. Stuedemann. 2008. Soil physical responses to cattle grazing cover crops under conventional and no tillage in the Southern Piedmont USA. *Soil Tillage Res.* 100, 141–153. doi:10.1016/j.still.2008.05.011
- Hamza, M., W. Anderson. 2005. Soil compaction in cropping systems A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil Tillage Res.* 82, 121–145. doi:10.1016/j.still.2004.08.009
- Hevia, G.G., M. Mendez & D.E. Buschiazzo. 2007. Tillage affects soil aggregation parameters linked with wind erosion. *Geoderma* 140, 90–96. doi:10.1016/j.geoderma.2007.03.001
- Holeplass, H., B.R. Singh & R. Lal. 2004. Carbon sequestration in soil aggregates under different crop rotations and nitrogen fertilization in an inceptisol in southeastern Norway. *Nutr. Cycl. Agroecosystems* 70, 167–177.
- Hollinger, S.E., C.J. Bernacchi & T.P. Meyers. 2005. Carbon budget of mature no-till ecosystem in North Central Region of the United States. *Agric. For. Meteorol.* 130, 59–69. doi:10.1016/j.agrformet.2005.01.005
- Horn, R., & A. Smucker. 2005. Structure formation and its consequences for gas and water transport in

- unsaturated arable and forest soils. *Soil Tillage Res.* 82, 5–14. doi:10.1016/j.still.2005.01.002
- Keller, T., J. Sutter, A.K. Nissen & T. Rydberg. 2012. Using field measurement of saturated soil hydraulic conductivity to detect low-yielding zones in three Swedish fields. *Soil Tillage Res.* 124, 68–77. doi:10.1016/j.still.2012.05.002
- Kirkby, M.J., Y. Le Bissonais, T.J. Coulthard, J. Daroussin & M.D. Mcmahon. 2000. The development of land quality indicators for soil degradation by water erosion. *Environment* 81, 125–135.
- Kong, A.Y. & J.Six. 2012. Microbial community assimilation of cover crop rhizodeposition within soil microenvironments in alternative and conventional cropping systems. *Plant Soil* 356, 315–330. doi:10.1007/s11104-011-1120-4
- Kong, A.Y.Y., K.M. Scow, A.L. Córdova-Kreylos, W.E. Holmes & J. Six. 2011. Microbial community composition and carbon cycling within soil microenvironments of conventional, low-input, and organic cropping systems. *Soil Biol. Biochem.* 43, 20–30. doi:10.1016/j.soilbio.2010.09.005
- Kong, A.Y.Y. & J. Six. 2010. Tracing Root vs. Residue Carbon into Soils from Conventional and Alternative Cropping Systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 74, 1201–1210. doi:10.2136/sssaj2009.0346
- Lal, R. 2004. Soil carbon sequestration to mitigate climate change. *Geoderma* 123, 1–22. doi:10.1016/j.geoderma.2004.01.032
- Lal, R., D.C. Reicosky & J.D. Hanson. 2007. Evolution of the plow over 10,000 years and the rationale for no-till farming. *Soil Tillage Res.* 93, 1–12. doi:10.1016/j.still.2006.11.004
- Lal, R. 2009. Soil quality impacts of residue removal for bioethanol production. *Soil Tillage Res.* 102, 233–241. doi:10.1016/j.still.2008.07.003
- Li, J., G.S. Okin, L.J. Alvarez & H.E. Epstein. 2008. Sediment deposition and soil nutrient heterogeneity in two desert grassland ecosystems, southern New Mexico. *Plant Soil* 319, 67–84. doi:10.1007/s11104-008-9850-7
- López, M.V., N. Blanco-Moure & M.A. Limón, R. Gracia. 2012. No tillage in rainfed Aragon (NE Spain): Effect on organic carbon in the soil surface horizon. *Soil Tillage Res.* 118, 61–65. doi:10.1016/j.still.2011.10.012
- López, M.V., J.M. de Dios Herrero, G.G. Hevia, R. Gracia & D.E. Buschiazzi. 2007. Determination of the wind-erodible fraction of soils using different methodologies. *Geoderma* 139, 407–411. doi:10.1016/j.geoderma.2007.03.006
- López, M.V., D. Moret, R. Gracia & J.L. Arrúe. 2003. Tillage effects on barley residue cover during fallow in semiarid Aragon. *Soil Tillage Res.* 72, 53–64. doi:10.1016/S0167-1987(03)00047-3
- Lorenz, K., R. Lal, & M.J. Shipitalo. 2006. Stabilization of organic carbon in chemically separated pools in no-till and meadow soils in Northern Appalachia. *Geoderma* 137, 205–211. doi:10.1016/j.geoderma.2006.08.010
- Milcu, A., E. Thebault, S. Scheu & N. Eisenhauer. 2010. Plant diversity enhances the reliability of belowground processes. *Soil Biol. Biochem.* 42, 2102–2110. doi:10.1016/j.soilbio.2010.08.005
- Nielsen, U.N., E. Ayres, D.H. Wall & R.D. Bardgett. 2011. Soil biodiversity and carbon cycling: a review and synthesis of studies examining diversity-function relationships. *Eur. J. Soil Sci.* 62, 105–116. doi:10.1111/j.1365-2389.2010.01314.x
- Niewczas, J. 2003. Index of soil aggregates stability as linear function value of transition matrix elements. *Soil Tillage Res.* 70, 121–130. doi:10.1016/S0167-1987(02)00155-1
- Noellemeyer, E., F. Frank, C. Alvarez, G. Morazzo & A. Quiroga. 2008. Carbon contents and aggregation related to soil physical and biological properties under a land-use sequence in the semiarid region of central Argentina. *Soil Tillage Res.* 99, 179–190. doi:10.1016/j.still.2008.02.003
- Oztas, T. 2003. Changes in vegetation and soil properties along a slope on overgrazed and eroded rangelands. *J. Arid Environ.* 55, 93–100. doi:10.1016/S0140-1963(02)00267-7
- Plante, A.F. & W.B. McGill. 2002. Soil aggregate dynamics and the retention of organic matter in laboratory-incubated soil with differing simulated tillage frequencies. *Soil Tillage Res.* 66, 79–92.
- Polyakov, V. & R. Lal. 2004. Modeling soil organic matter dynamics as affected by soil water erosion. *Environ. Int.* 30, 547–56. doi:10.1016/j.envint.2003.10.011

- Powlson, D.S., A.P. Whitmore & K.W.T. Goulding. 2011. Soil carbon sequestration to mitigate climate change: a critical re-examination to identify the true and the false. *Eur. J. Soil Sci.* 62, 42–55. doi:10.1111/j.1365-2389.2010.01342.x
- Pulleman, M., R. Creamer, U. Hamer, J. Helder, C. Pelosi, G. Pérès & M. Rutgers. 2012. Soil biodiversity, biological indicators and soil ecosystem services—an overview of European approaches. *Curr. Opin. Environ. Sustain.* 4, 529–538. doi:10.1016/j.cosust.2012.10.009
- Pulleman, M.M. & J.Y.C. Marinissen. 2004. Physical protection of mineralizable C in aggregates from long-term pasture and arable soil. *Geoderma* 120, 273–282. doi:10.1016/j.geoderma.2003.09.009
- Quiroga, A., R. Fernández & E. Noellemeyer. 2009. Grazing effect on soil properties in conventional and no-till systems. *Soil Tillage Res.* 105, 164–170. doi:10.1016/j.still.2009.07.003
- Restovich, S.B., A.E. Andriulo & S.I. Portela. 2012. Introduction of cover crops in a maize–soybean rotation of the Humid Pampas: Effect on nitrogen and water dynamics. *F. Crop. Res.* 128, 62–70. doi:10.1016/j.fcr.2011.12.012
- Rhoton, F. & M. Shipitalo. 2002. Runoff and soil loss from midwestern and southeastern US silt loam soils as affected by tillage practice and soil organic matter content. *Soil Tillage Res.* 66, 1–11.
- Robinson, D. A., N. Hockley, D. Cooper, B. Emmett, A. M.Keith, I. Lebron, B. Reynolds, E. Tipping, a.M. Tye, C.W. Watts, W.R. Whalley, H.I.J. Black, G.P. Warren & J.S. Robinson. 2012. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. *Soil Biol. Biochem.* 1–11. doi:10.1016/j.soilbio.2012.09.008
- Rockström, J., P. Kaumbutho, J. Mwalley, A.W. Nzabi, M. Temesgen, J. Mawenya, J. Barron, J. Mutua & S. Damgaard-Larsen. 2009. Conservation farming strategies in East and Southern Africa: Yields and rain water productivity from on-farm action research. *Soil Tillage Res.* 103, 23–32. doi:10.1016/j.still.2008.09.013
- Santos, N.Z. dos, J. Dieckow, C. Bayer, R. Molin, N. Favaretto, V. Pauletti & J.T. Piva. 2011. Forages, cover crops and related shoot and root additions in no-till rotations to C sequestration in a subtropical Ferralsol. *Soil Tillage Res.* 111, 208–218. doi:10.1016/j.still.2010.10.006
- Schuller, P., D.E. Walling, A. Sepúlveda, A. Castillo & I. Pino. 2007. Changes in soil erosion associated with the shift from conventional tillage to a no-tillage system, documented using ¹³⁷Cs measurements. *Soil Tillage Res.* 94, 183–192. doi:10.1016/j.still.2006.07.014
- Scott, N. a, K.R. Tate, D.J. Giltrap, C. Tattersall Smith, R.H. Wilde, P.F.J. Newsome & M.R. Davis. 2002. Monitoring land-use change effects on soil carbon in New Zealand: quantifying baseline soil carbon stocks. *Environ. Pollut.* 116 Suppl , S167–86.
- Six, J., H. Bossuyt, S. Degryze & K. Denef. 2004. A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Tillage Res.* 79, 7–31. doi:10.1016/j.still.2004.03.008
- Six, J., R.T. Conant, E.A. Paul & K. Paustian. 2002. Stabilization mechanisms of soil organic matter : Implications for C-saturation of soils. *Plant Soil* 155–176.
- Six, J., E.T. Elliott & K. Paustian. 2000. Soil macroaggregate turnover and microaggregate formation : a mechanism for C sequestration under no-tillage agriculture. *J. Soil Sci.* 32, 2099–2103.
- Six, J. & K. Paustian. 2014. Aggregate-associated soil organic matter as an ecosystem property and a measurement tool. *Soil Biol. Biochem.* 68, A4–A9.
- Smith, J.M.B.J.L. & V.L.B.H. Bolton. 2003. Priming effect and C storage in semi-arid no-till spring crop rotations. *Can. J. Soil Sci.* 237–244. doi:10.1007/s00374-003-0587-4
- Soane, B.D., B.C. Ball, J. Arvidsson, G. Basch, F. Moreno, & J. Roger-Estrade. 2012. No-till in northern, western and south-western Europe: A review of problems and opportunities for crop production and the environment. *Soil Tillage Res.* 118, 66–87. doi:10.1016/j.still.2011.10.015
- Steffens, M., K. Kolbl, A. Totsche & I. Kogelknabner. 2008. Grazing effects on soil chemical and physical properties in a semiarid steppe of Inner Mongolia (P.R. China). *Geoderma* 143, 63–72. doi:10.1016/j.geoderma.2007.09.004
- Swinton, S.M., S.K. Hamilton, F. Lupi, G.P. Robertson & E. Barrios. 2007. Soil biota, ecosystem services and land productivity. *Ecol. Econ.* 64, 269–285.

- Tilman, D., K.G. Cassman, P. Matson, A. R. Naylor & S. Polasky. 2002. Agricultural sustainability and intensive production practices. *Nature* 418, 671–7. doi:10.1038/nature01014
- Tonitto, C., M. David & L. Drinkwater. 2006. Replacing bare fallows with cover crops in fertilizer-intensive cropping systems: A meta-analysis of crop yield and N dynamics. *Agric. Ecosyst. Environ.* 112, 58–72. doi:10.1016/j.agee.2005.07.003
- Urbanek, E., A.J.M. Smucker & R. Horn. 2011. Total and fresh organic carbon distribution in aggregate size classes and single aggregate regions using natural ^{13}C / ^{12}C tracer. *Geoderma* 164, 164–171. doi:10.1016/j.geoderma.2011.05.020
- Uribe, T.O., M.E. Mastrangelo, D.V. Torrez, A. Piaz, M. Vallejos, J. Eduardo, S. Ceja, F. Gallego, L.C. Peña, N.E. Mellado, J.F. Flores, R.G. Mairhofer, Z.G. Espino, L. Salguero, C.M. Martinez-peralta, O. Ochoa, L.P. Volkow, J. Emilio, I. Sánchez-rose, M. Weeks, D.A. García, I. Bueno, A. Carmona, F.C. Videla, C.S. Ferrer, M. Elisa, F. Buss, G.L. Carapia, M.N. Cruz, R.T. Hermoza, D. Benet, Y. Venegas, P. Balvanera, T.H. Mwampamba, E.L. Chavero, E. Noellemeyer & M. Maass. 2014. Estudios transdisciplinarios en socio-ecosistemas : reflexiones teóricas y su aplicación en contextos latinoamericanos Transdisciplinary studies in socio-ecosystems : Theoretical considerations and its application in Latin American contexts. *Investig. Ambient. Cienc. y Política Pública* 123–136.
- Victoria, R., S. Banwart, H. Black, J. Ingram, H. Joosten, E. Milne, E. Noellemeyer & Y. Baskin. 2012. The benefits of soils carbon, in: UNEP Yearbook 2012. UNEP, Nairobi, pp. 19–33.
- Wardle, D.A., R.D. Bardgett, J.N. Klironomos, H. Setälä, V. Puten, H. Der, Wim & D.H. Wall. 2004. Ecological linkages between aboveground and belowground biota. *Science* (80-.). 304, 1629–1633.
- Whitbread, A.M., G.J. Blair & R.D.B. Lefroy. 2000. Managing legume leys, residues and fertilisers to enhance the sustainability of wheat cropping systems in Australia.: 1. The effects on wheat yields and nutrient balances. *Soil Tillage Res.* 54, 63–75.
- Zach, A., H. Tiessen & E. Noellemeyer. 2006. Carbon Turnover and Carbon-13 Natural Abundance under Land Use Change in Semiarid Savanna Soils of La Pampa, Argentina. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70, 1541–1546. doi:10.2136/sssaj2005.0119
- Zhu, B., L. Yi, L. Guo, G. Chen, Y. Hu, H. Tang, C. Xiao, X. Xiao, G. Yang, S. N. Acharya & Z. Zeng. 2012. Performance of two winter cover crops and their impacts on soil properties and two subsequent rice crops in Dongting Lake Plain, Hunan, China. *Soil Tillage Res.* 124, 95–101. doi:10.1016/j.still.2012.05.007
- Zink, A., H. Fleige & R. Horn. 2011. Verification of harmful subsoil compaction in loess soils. *Soil Tillage Res.* 114, 127–134. doi:10.1016/j.still.2011.04.004
- Zobeck, T., T. Skidmore, E. Lamb, J. Merrill, S. Lindstrom, M. Mokma & R. DL Yoder. 2003. Aggregate-mean diameter and wind-erodible soil predictions using dry aggregate-size distributions. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 67, 425–436.
- Zotarelli, L., B. Alves, S. Urquiaga, E. Torres, H. Dos Santos, K. Paustian, R. Boddey & J. Six. 2005. Impact of tillage and crop rotation on aggregate-associated carbon in two Oxisols. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 69, 482–491.

AGROBIODIVERSIDAD



Passiflora unguiculata

Centros de origen de plantas cultivadas de los agroecosistemas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao

Centers of origin of cultivated plants in the agro-ecosystems of the National Park and Natural Area of Integrated Management Serranía del Iñao, Chuquisaca Bolivia

Martha Churqui^{1,2*}, Ariel Cespedes², Reinaldo Lozano² & Martha Serrano²

¹ Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia.

²Proyecto BEISA3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Casilla Postal N° 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre-Bolivia

* mar_300389@hotmail.com

Resumen

El presente estudio se llevó a cabo en seis comunidades, las cuales están en el área de amortiguación del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-AMNI) Serranía del Iñao, con ubicación al noreste del Departamento de Chuquisaca, comprende parte de los municipios de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano. El objetivo fue evaluar la diversidad y centros de origen de plantas cultivadas en los agroecosistemas de productores que practican la agricultura familiar en seis comunidades PN-ANMI Serranía del Iñao, se han identificado un total de 140 plantas cultivadas entre especies y variedades, de los cuales 59 pertenecen a cultivos extensivos, 32 son hortalizas y 49 frutales. Se han identificado 45 plantas cultivadas nativas propias de los agroecosistemas productivos familiares del área protegida Parque Nacional y Área natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, ya que proceden del Centro Sudamericano. Además se agregan 24 plantas provenientes de México Centro - América Central. La mayor diversidad de plantas nativas se encuentra en los agroecosistemas de cultivos extensivos 32, en cultivos frutales se han identificado 5 plantas nativas y en hortalizas 8 plantas cultivadas. Se ha generado información base para el diseño de un modelo de producción agroecológica que fortalezca la seguridad y soberanía alimentaria de las familias productoras.

Palabras claves: Agricultura familiar, agrobiodiversidad, cultivos, plantas nativas.

Abstract

The present study was carried out in six communities, which are in the buffer zone of the Serranía del Iñao National Park and Natural Managed Integrated Area (NMIA), with a location northeast in the Department of Chuquisaca, part of the municipalities of Villa Vaca Guzman, Monteagudo, Padilla, and Villa Serrano. The objective was to evaluate the diversity and centers of origin of cultivated plants in the agroecosystems of farmers that practice small scale agriculture in the six communities. 140 cultivated plants were identified between species and varieties, of which 59 belong to widely cultivated species, 32 are vegetables and 49 fruit species. 45 cultivated plants were identified that pertain to small scale agroecosystems in the Park and NMIA, which are part of the central South American zone. In addition, 24 plant species originally from Central Mexico and Central America are added. The greatest diversity of native plant species, 32, are found in the agroecosystems of extensive crops, 5 native species in fruit crops, and 8 species in vegetable crops. Baseline information was generated for the design of a agroecological production model that strengthens the security and autonomy of food crops of farmer families.

Keys words: Agrobiodiversity, crops, native plants, small scale agriculture.

Introducción

La agrobiodiversidad, comprende todos los organismos vivos que han sido domesticados por el hombre para su beneficio. Según González (2002), la agrobiodiversidad es la variabilidad genética de plantas y animales domesticados conjuntamente con sus progenitores. La biodiversidad agrícola es el indicador de mayor importancia para la sostenibilidad general de los agroecosistemas, ella refleja en su relación directa o indirecta, los cambios que ocurren a favor o en contra de la sostenibilidad. Porque es la riqueza actual y futura, es seguridad económica, alimentaria y seguridad para las generaciones presentes y futuras (Brack 2005). Sin embargo, durante los últimos cincuenta años, un pequeño número de variedades de cultivos agrícolas han reemplazado a miles de variedades locales en extensas áreas de producción (Biodiversity International 2013).

Durante los diez últimos años las áreas de producción agrícola se han incrementado, causando la deforestación y desplazando cultivos nativos y variedades que se están dejando de cultivar. Es el caso de los cultivos de soya en Bolivia, y otros monocultivos donde existe incremento en sus áreas de producción, generando un aumento de la deforestación de 270 333 hectáreas (1993-2000) hasta a 768 200 hectáreas al 2010 (LIDEMA 2010, ABT 2012, RAISG 2012) están desplazando cultivos nativos y variedades que se están dejando de cultivar. Por ello, el Estado boliviano está realizando esfuerzos para incrementar el conocimiento de plantas cultivadas nativas, es por esta razón que se ha publicado el libro rojo de parientes silvestres de plantas cultivadas para Bolivia (VMABCC-BIOVERSITY 2009).

Estudios realizados para el departamento de Chuquisaca, sobre la agrobiodiversidad no existen específicamente, pero mediante revisión de publicaciones se han identificado 7 especies con 68 variedades de cultivos propias del departamento, como el maíz, ají, maní, trigo, quinua, frijol y papa (Ramírez et al. 1960, PROINPA 2007, VMABCC-BIOVERSITY 2009, SERNAP 2011, Gabriel et al. 2011, MDRyT-INIAF 2012). Y en el área protegida Parque Nacional y Área de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-ANMI), se han registrado cuatro especies (maíz, ají, maní y papa) los cuales corresponden a 33 variedades (Cerezo 2011). A la falta de tener inventarios precisos de la agrobiodiversidad manejada por los agricultores, es

necesario tener evaluaciones sistematizadas de las especies y variedades nativas, además aquellas que se han introducido.

Para definir nuevas estrategias que permitan la conservación de esta diversidad y revalorar las variedades nativas de plantas cultivadas, contribuyendo de esta manera a la sostenibilidad de las familias campesinas y a la seguridad alimentaria. El objetivo fue valorar la diversidad y centros de origen de plantas cultivadas en los agroecosistemas productivos de la agricultura familiar del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, para generar información base que apoye al diseño de un modelo de producción agroecológica, fortaleciendo de esta manera la seguridad y soberanía alimentaria de las familias productoras.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente estudio se llevó a cabo en seis comunidades, las cuales están en el área de amortiguación del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-AMNI) Serranía del Iñao (Fig. 1), con ubicación al noreste del Departamento de Chuquisaca, comprende parte de los municipios de Villa Vaca Guzmán, Monteagudo, Padilla y Villa Serrano. Geográficamente se encuentra ubicado en las coordenadas 18°56'00,82" a 19°48'58,79" latitud sur y entre 63°42'00,03" a 64°16'30,71" latitud oeste. El rango altitudinal varía entre los 518 a 3037 m y tiene una superficie de 901.24 Km² y el Área Natural de Manejo Integrado con 1736.22 km² (SERNAP 2011, Lozano et al. 2012).

Tamaño de la muestra

Para evaluar la diversidad de plantas cultivadas se aplicaron encuestas semi-estructuradas a los agricultores de las seis comunidades del PN-ANMI Serranía del Iñao. Para ello se utilizó datos de primera mano que proporcionaron los dirigentes sobre el número de familias que residen en las comunidades. Que en total fueron 133 familias en las seis comunidades, este valor se utilizó para calcular dentro el índice de poblaciones finitas al 95% y 90% de nivel de confianza (Fuentelsaz 2004), el número de encuestados por comunidad, obteniéndose aproximadamente el valor diez, de manera que se entrevistaron a cinco hombres y cinco mujeres por cada comunidad.

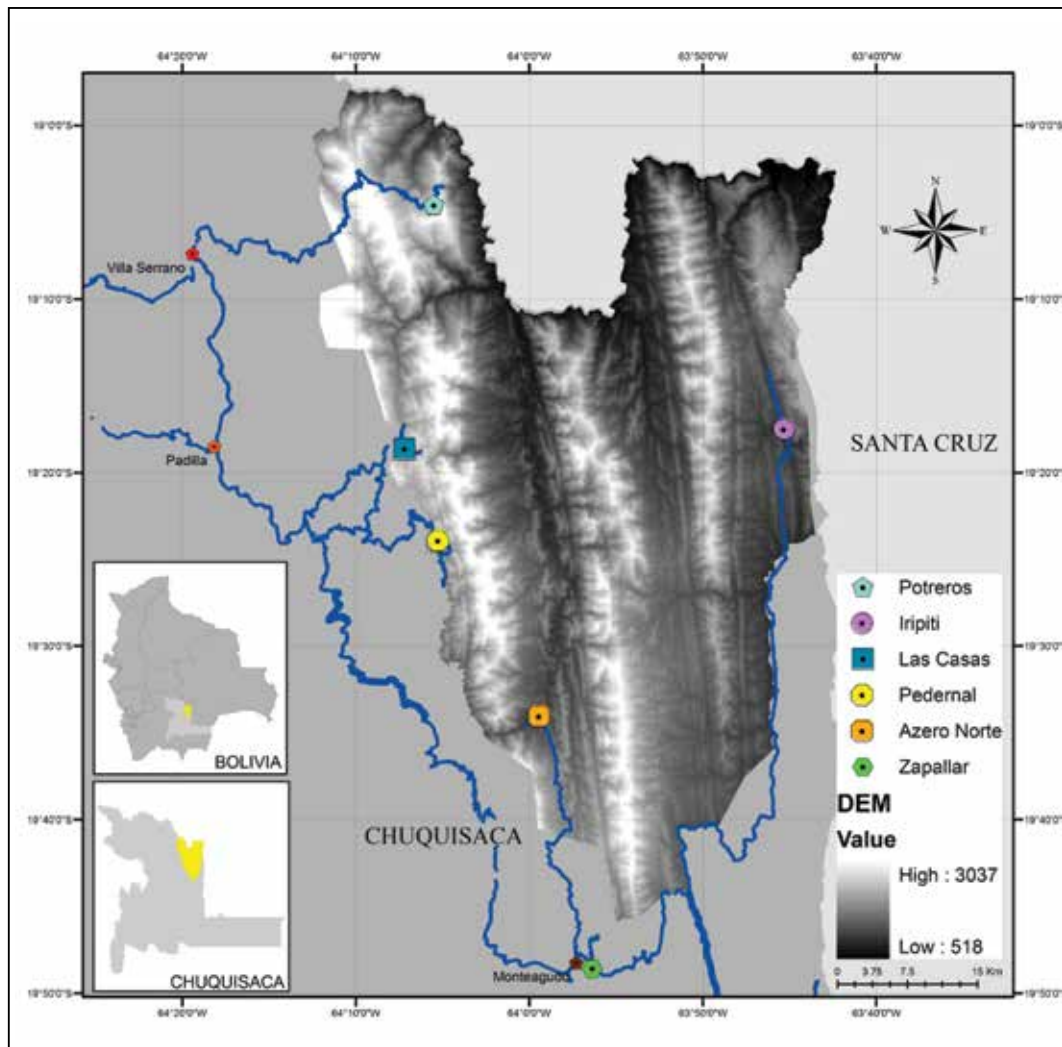


Figura 1. Mapa de ubicación de las comunidades evaluadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado (PN-AMNI) Serranía del Ñaño.

Diseño de las encuestas y planillas

Las encuestas fueron elaboradas para obtener datos en base a tres categorías localidad, sociodemográficos, y etnobotánicos (esta última con referencia a las plantas cultivadas). Y fueron diferenciados por tres tipos de agroecosistemas de producción familiar: cultivos extensivos (clasificados por el tipo de aprovechamiento del suelo y que proporcionan ingresos económicos), hortalizas (destinados a la alimentación) y frutales (destinados a la alimentación o muy rara vez a la comercialización).

Además, se utilizó una planilla de conteos directos en los terrenos de cultivo (chaco o huerta),

con el fin de complementar y verificar la información recaba con las encuestas. Esta planilla contiene datos de localidad y botánicos. En los datos de localidad se incorporó datos geográficos (latitud y longitud), altitud y fecha, que a la vez esta información se utilizó para las colectas botánicas. Con respecto a los datos botánicos, el nombre de la comunidad, número de punto y el número de espécimen, permitió generar el código de colecta (p.e. IP101: I = Iripiti; P1= Punto de colectas 1; 01= espécimen), este mismo código sirvió para depositar a la colección botánica del Herbario Sur de Bolivia (HSB), siguiendo los pasos estandarizados del protocolo interno (Portal 2012). Los datos complementarios de forma biología, sirvió para la elaboración de las etiquetas botánicas.

Identificación taxonómica de las plantas cultivadas

En laboratorio las muestras fueron tratadas usando los métodos botánicos estandarizados de secado, prensado y montaje (Portal 2012). Concluida esta fase se procedió a la identificación taxonómica, para ello se utilizó material bibliográfico de Torre y Cujo (1989), Ugarte e Iriarte (2003), León (2000), Ramírez (1960), Ochoa (2001), Terrazas & Gonzales (2011), Gabriel et al. (2011), Sardán (2012), Vargas (2012). Para verificar la correcta identificación de nombres científicos y verificación de las especies se recurrió a la base de datos W3- TROPICOS (2013), y por comparación con los ejemplares de la colección científica del Herbario del sur de Bolivia (HSB) en su sección de Agrobiodiversidad. Las muestras finalmente fueron depositadas en el herbario (HSB), haciendo un total de 177 números recolectados de plantas cultivadas.

Análisis de los centros de origen de la agrobiodiversidad

A partir de las encuestas y planillas, la información contenida fue vaciada a una base de datos. Con la información se procedió a realizar una planilla que registre las especies y variedades (plantas cultivadas) presentes en las seis comunidades. Dicha información permitió la aplicación de estadística descriptiva separando a las plantas cultivadas en función a los

ocho grupos de centro de origen de plantas cultivadas de Vavilov (1992): Centro Abisinio (África), Centro Cercano Oriente, Centro Chino, Centro Indo - Afganistán - Asia Central, Centro Indo – Malayo, Centro Mediterráneo, Centro México - América Central y Centro Sudamericano. Para confirmar la situación de origen de las plantas cultivadas se verificó en base a la información de IPNI (International Plant Names Index) y TROPICOS.

Resultados y Discusión

Se identificó un total de 140 plantas cultivadas entre especies y variedades en los agroecosistemas del PN-ANMI Iñaño, los cuales están agrupados en 28 familias. De ellas las familias Rutaceae (9), Fabaceae (8), Solanaceae (8) y Cucurbitaceae (7) son las que presentan mayor número de especies.

De las plantas cultivadas evaluadas 59 pertenecen a cultivos extensivos, 32 son hortalizas y 49 frutales (Tabla 1). En relación a los registros de la agrobiodiversidad por comunidad, Las Casas (95 plantas cultivadas) y Zapallar (80 plantas cultivadas) presentan la mayor agrobiodiversidad. En las comunidades como Potreros (68), Iripití (65) y Pedernal (65) la agrobiodiversidad de cultivos registrada es mayor que en la comunidad de Azero Norte (46 plantas cultivadas).

Tabla 1. Lista de plantas cultivadas en las seis comunidades evaluadas en el PN-AMNI Serranía del Iñaño por tipo de cultivo (TC): Cereales (C), Condimento (Co), Hortalizas (H), Frutales (F) y Tubérculos (T), en relación a sus centro de origen (CO): (CA: Centro Abisinio, CCO: Centro Cercano Oriente, CH: Centro Chino, CIAA: Centro Indo - Afganistán - Asia Central, CIM: Centro Indo – Malayo, CM: Centro Mediterráneo, CMA: Centro México - América Central y CS: Centro Sudamericano). AN: Azero Norte, IR: Iripití, LC: Las Casas, PE: Pedernal, PO: Potreros, ZA: Zapallar.

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	TC	CO	PO	LC	PE	AN	ZA	IR
Amaranthaceae	<i>Beta vulgaris</i> L. ¹	Acelga y remolacha	H	CM	x	x	x	x	x	x
Amaranthaceae	<i>Chenopodium quinoa</i> Willd.	Quinoa	C	CS		x	x			
Amaranthaceae	<i>Spinacia oleracea</i> L.	Espinaca	H	CIAA		x	x		x	x
Amaryllidaceae	<i>Allium cepa</i> L.	Cebolla	H	CIAA	x	x	x	x	x	x
Amaryllidaceae	<i>Allium fistulosum</i> L.	Cebolleta	H	CC	x	x			x	
Amaryllidaceae	<i>Allium sativum</i> L.	Ajo	Co	CIAA	x	x	x		x	x
Anacardiaceae	<i>Mangifera indica</i> Thwaites	Mango	F	CIM	x	x	x		x	
Annonaceae	<i>Annona cherimola</i> Miller	Chirimoya	F	CMA	x	x	x		x	
Apiaceae	<i>Cuminum cyminum</i> L.	Comino	Co	CM		x				
Apiaceae	<i>Daucus carota</i> L.	Zanahoria	H	CIAA	x	x	x	x	x	x
Apiaceae	<i>Petroselinum crispum</i> (Mill.) Nyman	Perejil	H	CM	x	x	x	x	x	x

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	TC	CO	PO	LC	PE	AN	ZA	IR
Araceae	<i>Colocasia esculenta</i> (L.) Schott	Gualusa	T	CIM	x	x	x		x	x
Asteraceae	<i>Cynara scolymus</i> L.	Alcachofa	H	CM			x			
Asteraceae	<i>Helianthus annuus</i> L.	Girasol	OI	CMA				x		
Asteraceae	<i>Lactuca sativa</i> L.	Lechuga	H	CCO	x	x	x	x	x	x
Brassicaceae	<i>Brassica oleracea</i> L. ²	Coliflor, repollo, brócoli	H	CM	x	x	x		x	x
Brassicaceae	<i>Brassica rapa</i> L.	Nabo	H	CM						x
Brassicaceae	<i>Raphanus sativus</i> L.	Rábano	H	CC	x	x	x	x	x	x
Bromeliaceae	<i>Ananas comosus</i> (L.) Merr.	Piña	F	CMA					x	x
Cactaceae	<i>Opuntia arcei</i> Cárdenas	Tuna blanca	F	CMA		x		x	x	
Cactaceae	<i>Opuntia ficus-indica</i> Mill.	Tuna amarilla	F	CMA	x	x	x		x	
Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Papaya	F	CMA	x	x	x	x	x	x
Caricaceae	<i>Vasconcellea quercifolia</i> Solms	Gargatea	F	CS		x				
Convolvulaceae	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam. ^{3*}	Camote	T	CS	x	x	x	x	x	x
Cucurbitaceae	<i>Citrullus lanatus</i> ⁴	Sandia	F	CA	x	x	x	x	x	x
Cucurbitaceae	<i>Cucumis melo</i> L.	Melón	F	CA					x	x
Cucurbitaceae	<i>Cucumis sativus</i> L.	Pepino	H	CC	x	x	x	x	x	x
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita ficifoli</i> Bouché	Lacayote	H	CS	x	x		x		
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita maxima</i> Wall.	Zapallo	H	CS	x	x			x	
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita pepo</i> L.	Angolina	H	CMA	x	x	x			
Cucurbitaceae	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne	Joko	H	CMA	x		x	x	x	x
Cucurbitaceae	<i>Cyclanthera pedata</i> Schrad.	Achojcha	H	CS	x	x				x
Euphorbiaceae	<i>Manihot esculenta</i> Crantz ^{5*}	Yuca	T	CS	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Arachis hypogaea</i> L. ^{6*}	Maní	OI	CS	x	x	x	x	x	x
Fabaceae	<i>Cicer arietinum</i> L.	Garbanzo	H	CM	x		x			
Fabaceae	<i>Glycine max</i> (L.) Merr.	Soya	OI	CC	x		x		x	x
Fabaceae	<i>Inga sp.</i>	Pacay	F	CS		x			x	
Fabaceae	<i>Phaseolus vulgaris</i> L. ^{7*}	Poroto o frijol	H	CS						x
Fabaceae	<i>Pisum sativum</i> L.	Arveja	H	CIAA		x	x			x
Fabaceae	<i>Vicia faba</i> L.	Haba	H	CIAA		x				
Fabaceae	<i>Vigna unguiculata</i> ⁸	Cumanda	C	CA	x	x	x	x	x	x
Lamiaceae	<i>Mentha spicata</i> L.	Hierbabuena	Co	CIAA	x		x		x	x
Lamiaceae	<i>Origanum vulgare</i> L.	Orégano	Co	CCO		x		x	x	x
Lauraceae	<i>Persea americana</i> Mill. ⁹	Palta	F	CMA		x			x	
Lythraceae	<i>Punica granatum</i> L.	Granado	F	CCO	x	x				
Moraceae	<i>Ficus carica</i> L. ¹⁰	Higuera	F	CM	x	x	x		x	
Moraceae	<i>Morus alba</i> Bureau	Mora-frutilla	F	CIM		x				x
Musaceae	<i>Musa paradisiaca</i> L. ¹¹	Plátano	F	CIM	x	x	x	x	x	x
Myrtaceae	<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	Sahuinto	F	CS					x	
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i> L.	Guayaba	F	CS		x	x	x	x	x
Passifloraceae	<i>Passiflora edulis</i> Sims	Maracuyá	F	CS		x			x	
Poaceae	<i>Oryza sativa</i> L. ¹²	Arroz	C	CC	x		x	x	x	x
Poaceae	<i>Saccharum officinarum</i> L.	Caña de azúcar	OI	CIM	x	x	x			x
Poaceae	<i>Sorghum bicolor</i> Kuntze	Caña wiru, sorgo	C	CA	x	x				x

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	TC	CO	PO	LC	PE	AN	ZA	IR
Poaceae	<i>Zea mays</i> L. ¹³	Maíz	H	CMA		x	x	x	x	x
Rosaceae	<i>Prunus armeniaca</i> Thunb.	Damasco	F	CC		x				
Rosaceae	<i>Malus domestica</i> Borkh.	Manzana	F	CM		x			x	
Rosaceae	<i>Eriobotrya japonica</i> (Thunb.) Lindl.	Níspero	F	CC					x	
Rosaceae	<i>Prunus domestica</i> L.	Ciruelo	F	CCO		x				
Rosaceae	<i>Prunus persica</i> Stokes ¹⁴	Durazno	F	CIAA	x	x				
Rutaceae	<i>Citrus aurantiifolia</i> (Christm.) Swingle	Lima	F	CIM	x	x	x	x	x	x
Rutaceae	<i>Citrus × tangerina</i> Tanaka	Mandarina japonesa	F	CC					x	
Rutaceae	<i>Citrus latifolia</i> (Yu.Tanaka) Tanaka	Limón grande	F	CC	x	x	x	x	x	x
Rutaceae	<i>Citrus limon</i> (L.) Osbeck	Limón criollo	F	CC		x	x		x	x
Rutaceae	<i>Citrus medica</i> L.	Cidra	F	CIAA			x		x	
Rutaceae	<i>Citrus × paradisi</i> Macfad.	Pomelo	F	CIM		x			x	
Rutaceae	<i>Citrus reticulata</i> Blanco	Mandarina	F	CC	x	x	x	x	x	x
Rutaceae	<i>Citrus × sinensis</i> Pers.	Naranja	F	CIM	x	x	x	x	x	x
Rutaceae	<i>Fortunella japonica</i> Swingle	Quinoto	F	CC			x		x	
Solanaceae	<i>Capsicum annuum</i> L.	Pimentón	H	CMA					x	x
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i> var <i>baccatum</i> L. ^{15*}	Ají , arivivi	H	CS	x	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Capsicum eximium</i> Hunz.	Ulupica	H	CS	x					
Solanaceae	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Cumbaro rojo	H	CS		x			x	x
Solanaceae	<i>Capsicum pubescens</i> Ruiz & Pav.	Locoto	H	CS	x	x	x			
Solanaceae	<i>Solanum lycopersicum</i> L.	Tomate	H	CMA	x	x	x	x	x	x
Solanaceae	<i>Solanum melongena</i> L.	Berenjena	H	CC						x
Solanaceae	<i>Solanum tuberosum</i> L. ^{16*}	Papa	T	CS	x	x	x	x	x	x
Vitaceae	<i>Vitis vinifera</i> Marshall ¹⁷	Vid o uva	F	CM		x		x	x	
Zingiberáceae	<i>Curcuma longa</i> L.	Palillo	T	CIM			x		x	x
Total					43	58	45	29	55	44

¹ *Beta vulgaris* con 2 variedades: var. cicla, var. vulgaris.

² *Brassica oleracea* con 3 variedades: var. botrytis, var. capitata y var. italica.

^{3*} *Ipomoea batatas* con 8 variedades nativas: var. amarillo, var. angolino, var. apichu, var. bandeño, var. blanco, var. ch'uwilu, var. morada, var. poceño.

⁴ *Citrullus lanatus* con 2 variedades: var. blanca y var. verde.

^{5*} *Manihot esculenta* con 3 variedades nativas: var. amarillo, var. blanca, y var. mojeña.

^{6*} *Arachis hypogaea* con 6 variedades nativas: var. pintado, var. virginia, var. colorado, var. overo, var. iboperenda, var. ujlliri rojo

^{7*} *Phaseolus vulgaris* con 5 variedades nativas: var. carioca, var. cuarentón, var. manteca, var. negro, var. rojo oriental

⁸ *Vigna unguiculata* con 2 variedades: var. arbolito, var. tupe

⁹ *Persea americana* con 2 variedades: var. mantequilla, var. negrita

¹⁰ *Ficus carica* con 2 variedades: var. blanca, var. negro

¹¹ *Musa paradisiaca* con 4 variedades: var. guineo, var. morado, var. verde, var. walele

¹² *Oryza sativa* con 4 variedades: var. amiláceo, var. carolina, var. estaquillo, var. grano de oro

¹³ *Zea mays* con 10 variedades: var. ancho pairumani, var. blanco, var. cubano amarillo, var. dentado, var. guerrillero, var. bayo, var. híbrido, var. IBO 128, var. morocho, var. reventador

¹⁴ *Prunus persica* con 7 variedades: var. amarillo, var. blanco, var. de partir, var. injerto, var. pérsica, var. ulincati, var. yema de huevo

^{15*} *Capsicum baccatum* var. *pendulum* con 5 subvariedades nativas: var. amarillo dulce, var. chacoensis, var. colorado, var. asta de toro, var. punta de lanza.

^{16*} *Solanum tuberosum* con 5 variedades nativas: var. desiré, var. diamante, var. holandesa amarillo, var. jineca, var. malcachu

En función a los ocho grupos de Vavilov (1992), se ha obtenido que, el 31% son plantas cultivadas con Centro de Origen Sudamericano (44) y del 17% de estas plantas cultivadas su origen pertenece a México - América Central (24). El 12% corresponden al Centro Mediterráneo (16), el 4% al centro de origen Abisinio (6) y sumando las plantas de origen asiático (Chino, Indo – Malayo, Indo - Afganistán - Asia Central y Cercano Oriente) alcanzan al 36% de las plantas cultivadas (50) como se puede apreciar en la Figura 2.

El análisis de la diversidad de plantas cultivadas en los agroecosistemas, muestra que de las 59 plantas que pertenecen a cultivos extensivos, 44 plantas cultivadas tienen su centro de origen en el Centro Sudamericano con 32 plantas cultivadas como quinua (*Chenopodium quinoa*), ocho variedades de camote (*Ipomoea batatas*), tres variedades de yuca (*Manihot esculenta*), seis variedades de maní (*Arachis hypogaea*), cinco variedades de poroto (*Phaseolus vulgaris*), cuatro variedades de ají (*Capsicum baccatum*) y cinco variedades de papa (*Solanum tuberosum*). Al Centro México - América Central corresponden 12 plantas cultivadas, compuesto por girasol (*Helianthus annuus*), joko (*Cucurbita moschata*) y 10 variedades de maíz (*Zea mays*).

Entre las plantas cultivadas de origen Asiático se han identificado 11 plantas, las cuales pertenecen a tres centros de origen Chino como la soja (*Glycine max*), arroz (*Oryza sativa*) con 4 variedades, al Indo – Malayo corresponden gualusa (*Colocasia esculenta*), palillo (*Curcuma longa*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) con 2 variedades, al centro Indo - Afganistán - Asia Central pertenecen la arveja (*Pisum sativum*) y haba (*Vicia faba*), además 3 plantas cultivadas tienen origen en el Centro Abisinio como el sorgo (*Sorghum bicolor*) y dos variedades de cumanda (*Vigna unguiculata*) y el garbanzo (*Cicer arietinum*) que corresponde al Centro Mediterráneo (Fig. 3).

Según el conocimiento de los agroecosistemas con cultivos de frutales se han identificado 49 plantas cultivadas, de ellos cinco plantas son frutales tienen origen en el Centro Sudamericano como la gargatea (*Vasconcellea quercifolia*), pacay (*Inga sp.*), sahuinto (*Myrcianthes pungens*), guayaba (*Psidium guajava*) y maracuyá (*Passiflora edulis*) y 8 tienen origen en México - América Central entre estos están la chirimoya (*Annona cherimola*), piña (*Ananas comosus*), dos especies de tuna (*Opuntia arcei* y *Opuntia ficus-indica*), papaya (*Carica papaya*) y dos variedades de palta (*Persea americana*).

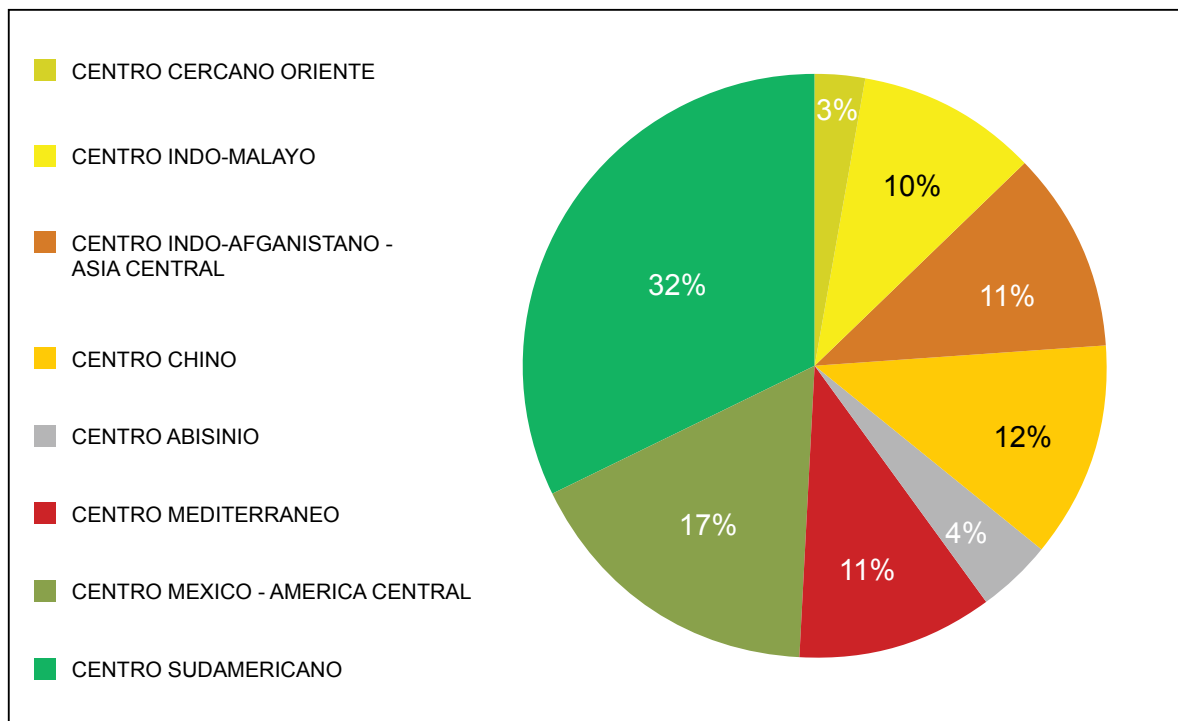


Figura 2. Plantas cultivadas en el área protegida PN-ANMI según su centro de origen.

El mayor número de plantas cultivadas son de origen Asiático, de donde el Centro Chino tiene ocho plantas cultivadas como el damasco (*Prunus armeniaca*), níspero (*Eriobotrya japonica*), mandarina japonesa (*Citrus × tangerina* Tanaka), dos especies de limón (*Citrus limon*), dos variedades de mandarina (*Citrus reticulata*) y quinoto (*Fortunella japonica*), del Indo – Malayo provienen 10 plantas cultivadas como el mango (*Mangifera indica*), mora (*Morus alba*), 4 variedades de plátano (*Musa paradisiaca*), lima (*Citrus aurantiifolia*), pomelo (*Citrus × paradisi*) y naranja (*Citrus × sinensis*) con tres variedades, para el Centro Indo - Afganistán - Asia Central se tienen ocho plantas cultivadas entre estos el durazno (*Prunus persica*) con 7 variedades y la sidra (*Citrus medica*) y del Cercano Oriente son el Ciruelo (*Prunus domestica*) y la granada (*Punica granatum*). Además se encuentran cuatro plantas cultivadas son de origen Mediterráneo como la manzana (*Malus domestica*) y dos variedades de uva (*Vitis vinifera*) e higo (*Ficus carica*) y del Centro de Abisinio esta la sandía (*Citrullus lanatus*) con dos variedades y melón (*Cucumis melo*).

El inventario de los cultivos de hortalizas que reportó 32 plantas identificadas, ocho son hortalizas del Centro Sudamericano en los más importantes

están lacayote (*Cucurbita ficifoli*), zapallo (*Cucurbita maxima*), achojcha (*Cyclanthera pedata*), vainita (*Phaseolus vulgaris*), aribibi (*Capsicum baccatum* var *baccatum*), ulupica (*Capsicum eximium*), cumbaro rojo (*Capsicum frutescens*) y locoto (*Capsicum pubescens*), cuatro plantas son del Centro México - América Central como la angolina (*Cucurbita pepo*), pimentón (*Capsicum annuum*) y dos variedades de tomate (*Solanum lycopersicum*).

Del centro de origen Mediterráneo son la acelga (*Beta vulgaris*), remolacha (*Beta vulgaris*), comino (*Cuminum cyminum*), perejil (*Petroselinum crispum*), alcachofa (*Cynara scolymus*), coliflor (*Brassica oleracea*), repollo (*Brassica oleracea*), brócoli (*Brassica oleracea*), y nabo (*Brassica rapa*). Además entre las plantas de origen Asiático están la cebolleta (*Allium fistulosum*), rábano (*Raphanus sativus*), pepino (*Cucumis sativus*) y berenjena (*Solanum melongena*) que son de origen Chino y al Indo - Afganistán - Asia Central corresponden la espinaca (*Spinacia oleracea*), cebolla (*Allium cepa*), ajo (*Allium sativum*), zanahoria (*Daucus carota*) y hierba buena (*Mentha spicata*), además del Centro Cercano Oriente son la lechuga (*Lactuca sativa*) y el orégano (*Origanum vulgare*).

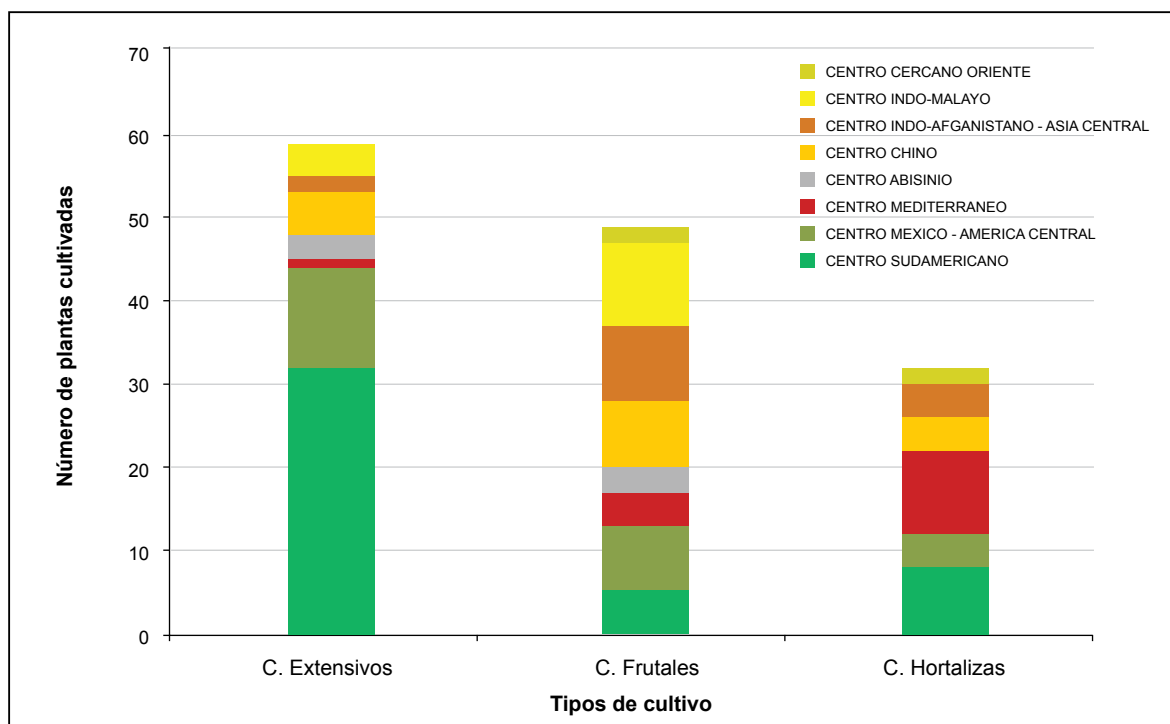


Figura 3. Composición de la diversidad de cultivos en los agroecosistemas familiares (cultivos extensivos, frutales y hortalizas), según el centro de origen de las plantas cultivadas en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao.

Conclusiones

Los agricultores de las seis comunidades evaluadas tienen en sus agroecosistemas del PNAMI Serranía Iñaño un total de 140 plantas cultivadas entre especies y variedades, de las cuales 59 pertenecen a cultivos extensivos, 32 son hortalizas y 49 frutales. Se han identificado 45 plantas cultivadas nativas son propias de los agroecosistemas productivos familiares del área protegida PN-ANMI Serranía del Iñaño, ya que proceden del Centro Sudamericano. Además se agregan 24 plantas provenientes del Centro México - América Central. La mayor diversidad de plantas nativas se encuentra en los agroecosistemas de cultivos extensivos 32, en cultivos frutales se han identificado 5 plantas nativas y en hortalizas 8 plantas cultivadas.

Referencias

- ABT (Autoridad de Fiscalización y Control Social de Bosques y Tierra). 2012. Cambios en la tasa de deforestación en Bolivia. En: <http://abt.gob.bo/>. Fecha de consulta 1 mayo del 2013.
- Biodiversity International. En: <http://www.biodiversityinternational.org>. Fecha de consulta 4 de marzo 2013.
- Brack, A. 2005. Diversidad biológica y mercados. Ministerio de la agricultura de Perú. En: http://www.sepia.org.pe/apc-aa/img_upload. Fecha de consulta 1 mayo del 2013.
- Fuentelsaz, C. 2004. Cálculo del tamaño de la muestra. *Matronas Profesión*. 5 (18): 5-13.
- Gabriel, J., R. Pereira, & A. Gandarillas. 2011. Catálogo de nuevas variedades de papa en Bolivia. Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- González, E. 2002. Proyecto estrategia regional de biodiversidad para los países del trópico andino: Agrobiodiversidad. Convenio de cooperación técnica no reembolsable ATN/JF-5887/RG CAN-BI. Maracay – Venezuela.
- Leon, J. 2000. *Botánica de los cultivos tropicales*. 3°. Ed. IICA. San José, Costa Rica. 522 pp.
- Liga de Defensa del Medio Ambiente (LIDEMA). 2010. Informe del estado ambiental de Bolivia 2010. La Paz, Bolivia.
- Lozano, R., M. Barrientos & P. Kudsk. 2012. Principales malezas de los agroecosistemas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. BEISA3. Chuquisaca. Bolivia.
- MDRyT-INIAF. 2012. Registro nacional de variedades y variedades protegidas. Unidad de Fiscalización y Registros de Semillas Dirección Nacional de Semillas. La Paz. Bolivia.
- Ochoa, C. 2001. Las papas de Sudamérica: Bolivia. Edición original en inglés *The potatoes of South América: Bolivia*. Cambridge University Press. USA. 50-80.
- Portal-Rivera E. 2012. Colección y manejo de muestras de herbario, Protocolo Interno. Facultad de Ciencias Agrarias-BEISA 3. Chuquisaca, Bolivia. 14.
- PROINPA. 2007. Catálogo de ají de ecotipos conservados en campos de agricultores. Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- Ramirez, R., D.H. Timothy, E. Diaz, U. J. Grant., G. E. Nichool, E. Anderson & W.L. Brown. 1960. *Races of maize in Bolivia*. National Academy of Sciences National Research Council. Washington, D. C.
- Red Amazónica de Información Socioambiental Georreferenciada (RAISG). 2012. Amazonía 2012: áreas protegidas y territorios indígenas. En: www.raisg.socioambiental.org. Fecha de consulta 02 de julio del 2013.
- Sardan, S. 2012. Diagnóstico de variedades o ecotipos cultivadas en el agroecosistema de ají, maní, y papa en la comunidades de Pedernal del municipio Padilla y Acero Norte del municipio Monteagudo. Trabajo de Titulación (Técnico Superior en Agronomía) Sucre, Bolivia. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Iñaño 2012 – 2021. Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Monteagudo. Chuquisaca. Bolivia.
- Terrazas, F. & R. Gonzales. 2011. Catálogo de agrobiodiversidad nativa de Independencia. COSUDE-Gobierno Municipal de Independencia-PROIMPA-BIOCULTURA. Cochabamba, Bolivia.
- Torre, F. & F. Cujo. 1989. *Compendio de Agronomía Tropical*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura y Ministerio de Asuntos Extranjeros de Francia - San José, Costa Rica.

- Tropicos. 2013. Missouri Botanical Garden.
Disponible en: <http://www.tropicos.org>. Fecha de consulta 27 de junio del 2013.
- Ugarte, M. & V. Iriarte. 2003. Papas Bolivianas: Catálogo de Cien Variedades Nativas. Entidades Miembros de la Fundación PROINPA. Cochabamba. Bolivia.
- Vargas, G. 2012. Diagnóstico de las variedades cultivadas de maíz, maní, ají y papa en las comunidades de San Pedro del Zapallar del municipio de Monteagudo y la comunidad de Iripití del municipio de Villa Vaca Guzmán. Trabajo de Titulación (Técnico Superior en Agronomía) Sucre, Bolivia. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.
- Vavilov, N. 1992. Origin and Geographic Cultivated plants (translate by Doris Love). Cambridge 1992 UK. Cambridge University Press.(First published in English in 1951).

Estudio etnobotánico de especies silvestres del género *Capsicum* en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao

Wild *Capsicum* species in the National Park and Natural Area of Integrated Management Serranía del Iñao

Luis Huaylla ^{1,2*} & Martha Serrano²

¹ Carrera en Ingeniería en Recursos Naturales. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Mayor, Real y Pontifica de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia.

² Proyecto BEISA 3. Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Mayor, Real y Pontifica de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla Postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre-Bolivia.

*luigui_10_h@yahoo.es

Resumen

Las especies silvestres son fuente de genes que mejoran la calidad nutricional de muchos alimentos, resistencia a plagas, enfermedades y contribuyen a mejorar la salud humana. El objetivo de la investigación fue realizar la evaluación etnobotánica de los parientes silvestres del género *Capsicum*. El estudio se realizó en tres comunidades del Parque Nacional Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao. Se realizaron entrevistas en cada comunidad, para identificar el uso de las especies silvestres, además se utilizó el Índice de Valor de Uso. Así mismo se estimó la densidad poblacional de las especies identificadas en parcelas de 400 m². Según la valoración de uso desde la perspectiva comunitaria *Capsicum baccatum* var. *baccatum*, es la especie más utilizada para alimentación, seguido de la categoría forraje. Aplicando el índice de Valor de uso *C. baccatum* var. *baccatum* presenta el mayor valor (2.42) en tres categorías de uso, en comparación de *C. eximium*, que presenta valores menores (1.00). La densidad relativa de las especies silvestres de *Capsicum* presentan variaciones entre comunidades, en general las densidades son bajas para ambas especies y se encuentran creciendo en diferentes tipos de hábitat. Estos datos obtenidos sobre la valoración de uso y la densidad, se plantean como instrumento para planificar el uso, manejo y conservación de la vegetación natural y agroecosistemas donde crecen estos parientes silvestres.

Palabras clave: Agroecosistemas, entrevista, densidad, índice de valor de uso.

Abstract

Native species are a source of genes which improve the nutritional quality of many foods, resistance to pests, diseases and contribute to the improvement of human health. The objective of the investigation was to carry out an ethnobotanic evaluation of the native parents of the genus *Capsicum*. The study was realized in three communities of the Serranía del Iñao National Park and Natural Integrated Area. Interviews were carried out in each community to identify the use of native species using a Value Index of Use. In this manner the population density was estimated of the identified species in plots of 400 m². According to the use value from the community perspective, *Capsicum baccatum* var. *baccatum*, is the most used species for food, after the category for forage. Applying the index of use value, *C. baccatum* var. *baccatum* presents the greatest value (2.42), in the three use categories, in comparison with *C. eximium*, that presents lower values (1.00). The relative density of the native species of *Capsicum* present variations between communities, in general the densities are low for both species and they are found growing in different types of habitat. These data, obtained on the valuation of use and the density, are proposed as a planning instrument for the use, management and conservation of natural vegetation and agroecosystems where these native parent species grow.

Key words: Agroecosystems, density, interview, value of use index.

Introducción

Bolivia, es un país con una gran riqueza biológica y con más de treinta etnias que formaron culturas milenarias que con base en la biodiversidad, crearon por vía de la domesticación algunas de las más importantes especies que actualmente alimentan a gran parte de la población mundial, entre ellas: maní, papa, zapallo, quinua y otros como el ají y los pseudo-cereales (PNUMA-Programa de las Naciones Unidas para el medio Ambiente 2005).

Beck (1998), citado por Acebey et al. (2006), menciona que Bolivia al estar situado en los Andes, es un centro importante de origen y diversidad, tanto de especies domesticadas como de parientes silvestres, incluyendo papas (*Solanum* spp.), maní (*Arachis hypogaea*), yuca (*Manihot esculenta*), frijoles (*Phaseolus* spp.) y ajíes (*Capsicum* spp.). Así mismo Cárdenas (1989), indica que Bukasov (1933) reconoce que varias especies cultivadas del género *Capsicum*, son originarias de Sudamérica, especialmente de las regiones Tropicales y Subtropicales de Perú y Bolivia y que se dispersaron ampliamente por todo el continente Americano por las migraciones precolombinas, principalmente a Centro América y a México, donde se encuentran la mayoría de las especies silvestres y cultivadas de *Capsicum annum* L. El género *Capsicum* (Solanaceae), tiene una diversidad de aproximadamente 30 especies y de ellas, *C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* y *C. pubescens*, están domesticadas (Hernández et al. 2004). El número de especies silvestres que comprende el género *Capsicum*, es de 20 a 23 (Morán et al. 2004).

Benítez (2009) indica que desde su origen y en diferentes culturas, el hombre siempre ha recurrido a los vegetales como fuente de recursos, desde plantas para dar cobijo o calor hasta aquellos utilizadas para curar, alimentarse o vestirse. En este sentido, la etnobotánica puede contribuir de manera importante a la conservación, manejo y uso sustentable de los recursos biológicos y a la permanencia de las culturas asociadas, como también para el desarrollo socioeconómico y sustentable de los grupos humanos locales y/o tradicionales.

De aquí la importancia de la etnobotánica como un nuevo pensamiento, independiente y diversa que abarque no solo aspectos biológicos y todos los

aspectos relacionados con los organismos vivos, el ambiente y los agroecosistemas, sino además todos los aspectos sociales, todos los aspectos del conocimiento y la cultura ligados a la naturaleza.

Por lo expuesto, el presente estudio etnobotánico de las especies silvestres del género *Capsicum*, se planteó como un eje central para su conservación y uso sostenible en las comunidades de Iripiti, Zapallar y Azero Norte del PN-ANMI Serranía del Ñaño y como una nueva opción para la diversificación de cultivos alternativos de las comunidades. Se presenta un estudio, con el cual se busca contestar las siguientes preguntas: ¿Cuántos tipos de *Capsicum* reconocen los pobladores del área?, ¿cómo los distinguen?, ¿qué usos les dan?, ¿Cuál es el grado de importancia que tienen en las tres comunidades?

De esta manera, se identifica y evalúa el uso de las especies silvestres del ají en relación al conocimiento local, obteniendo datos de disponibilidad de las especies de *Capsicum* en los ecosistemas naturales y agro-ecosistemas haciendo referencia al estado de conservación de las poblaciones de ají silvestre, según la percepción de los agricultores.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se llevó a cabo en las comunidades de Iripiti (Municipio de Muyupampa), Azero Norte y Zapallar (Municipio de Monteagudo) que están ubicadas en el sector noreste y sur oeste del PN-ANMI Serranía del Ñaño, localizada en el Departamento de Chuquisaca (Fig.1). De acuerdo a Navarro & Maldonado (2002), las comunidades de estudio pertenecen a la Provincia biogeográfica Boliviano – Tucumana, sector biogeográfico cuenca del Río Grande, distrito biogeográfico subandino del Río Grande, Piso ecológico basimontano: que incluye la vegetación Boliviano – Tucumana desarrollado por debajo de 1700-1800 m de altitud. Ocupa el piso bioclimático termotropical, con bioclimas desde pluviestacionales, subhúmedos a húmedos hasta secos y semiáridos (Navarro & Ferreira 2011).

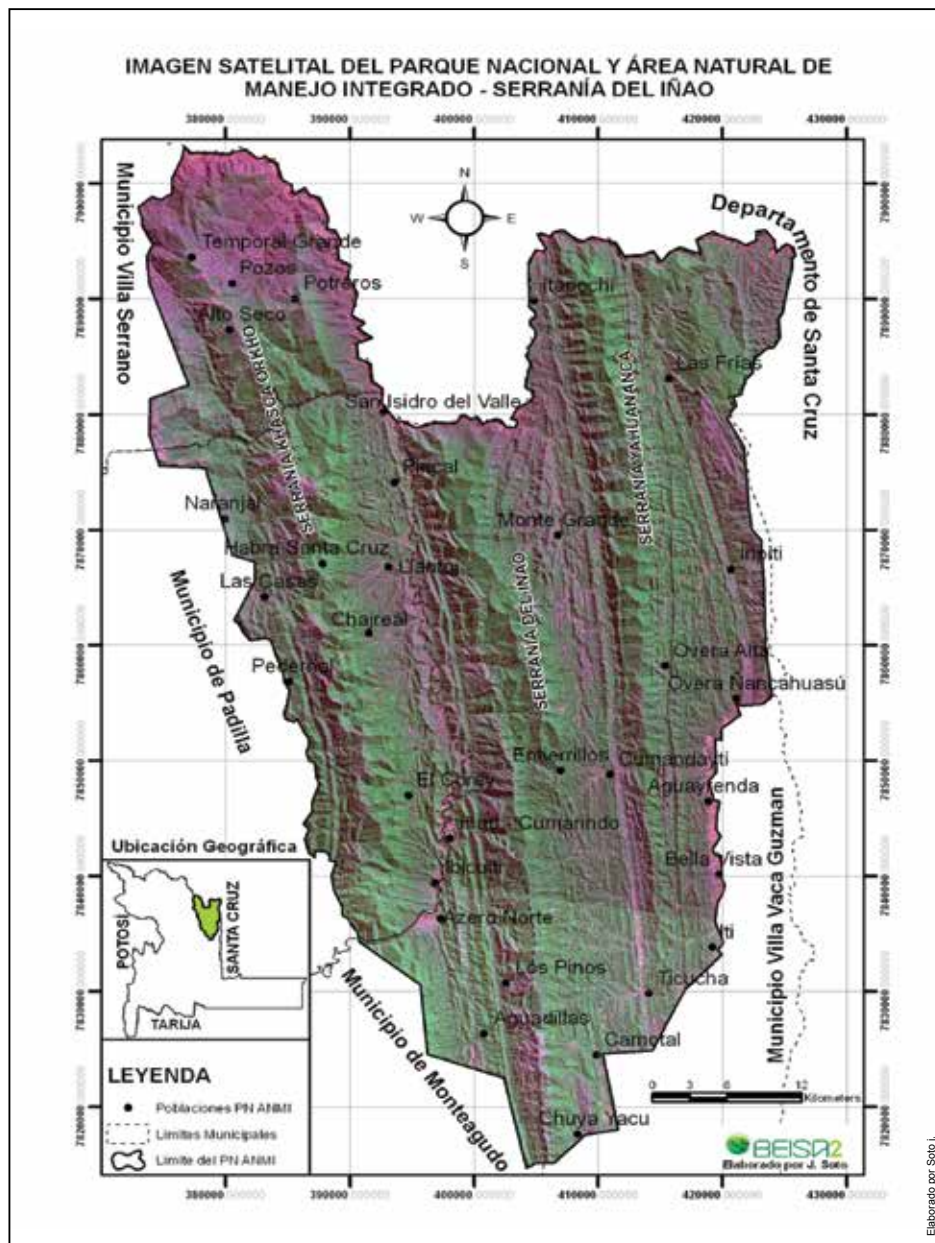


Figura 1. Mapa con la ubicación de las comunidades en estudio (re-dibujado sobre Huaylla & Cervantes 2011) El trabajo de campo se inició en el mes de septiembre, continuando octubre, diciembre del 2011, periodo en el que se realizaron cuatro viajes, tres de hasta 15 días y el último de 30 días, esto para realizar las encuestas y la identificación de las áreas para el establecimiento de los cuadrantes de 20 m x 20 m y las colectas de ají. Durante los meses de enero y febrero del 2012, se realizó el establecimiento de parcelas en cuadrantes temporales, para el relevamiento poblacional de las especies identificadas y se continuó con las colectas de material de herbario de ajís silvestres.

Identificación del uso local

Para evaluar el uso de las especies silvestres del género *Capsicum*, se realizaron encuestas estructuradas con preguntas cerradas, las preguntas realizadas fueron con base a Thompson (2007) y el listado libre tomado

de la propuesta metodológica de Carretero et al. (2007), adaptándolas al tema de investigación. De la misma manera se realizaron encuestas estructuradas a los informantes categorizados como expertos (identificador florístico), seleccionado con base a su conocimiento las especies silvestres de *Capsicum* (Fig. 2a y 2b).

Además, se tomó un número de informantes encuestados en cada una de las comunidades de modo que el tamaño de la muestra sea más confiable.



Figura 2. Especímenes de ají silvestre encontrados
a) *Capsicum baccatum* var. *baccatum*
b) *Capsicum eximium*.

Los criterios empleados para la documentación del uso se muestran en la (Tabla 1). Así mismo para corroborar al tamaño de la muestra de la población, se utilizó el método de muestreo con encuestas de Kish (1972), que establece que el nivel de confianza de los datos obtenidos sea al menos de 90 % con un margen de error de 10% obteniendo un $n= 40$ personas. Las categorías de uso aplicados, fueron elaborados con base a las investigaciones botánicas de Flores & Albizu (2005), Noguera & Balslev (2005). Se establecieron cinco categorías de uso: 1. Alimentación (comestible silvestre), 2. Medicinal, 3. Medicina veterinaria, 4. Plantas cultivadas y 5. Forraje. Posteriormente se depuró algunas de las categorías, ya que las especies de ají silvestre encontradas no se reportaron en algunas categorías.

Tabla 1. Descripción de los criterios para la selección de informantes de cada comunidad

Criterios	Descripción
Edad	Incluye tres rangos las cuales comprenden las siguientes edades: Jóvenes (15-32 años), adultos/as (33-50 años) y ancianos (> 50 años) criterio propuesto por León et al. (2006)
Género	Hombres y mujeres, esto nos indicará cual género posee mayor conocimiento respecto al uso de los ajís silvestres
Tipo de conocimiento	De sus antepasados, tradicional

Estimación de la densidad de las especies silvestres del género Capsicum

Previo a la determinación de las poblaciones se procedió a la determinación del material recolectado que se encuentra en la colección de Agrobiodiversidad del herbario del Sur de Bolivia usando bibliografía especializada como Gentry & Standley (1974), Nee (1986, 1993, 2004). Para estimar la densidad poblacional de los ajíes silvestres bien diferenciados identificados dos a nivel de especie, se utilizó un método de evaluación propuesto por Mostacedo (2000), que consistió en establecer parcelas temporales de 20 m x 20 m (400 m²) en la vegetación natural. Se estableció en total 24 cuadrantes de acuerdo a criterios pre establecidos (Tabla 2) seis cuadrantes en la comunidad de Iripiti y seis en Azero Norte sitios donde se registró una especie de ají silvestre. En el caso de la comunidad de Zapallar, se establecieron doce cuadrantes, esto debido a que se encontraron dos especies silvestres de ají.

La instalación de las parcelas se realizó de manera sistemática distribuidos a una distancia de 200 m uno de la otra, pero posteriormente se observó que las poblaciones de *Capsicum* silvestre, no tenían distribución regular sino más bien agregada, por esta razón los muestreos fueron preferenciales, ubicando los sitios de muestreo donde existía presencia de poblaciones de ají silvestre.

Tabla 2. Criterios empleados para el establecimiento de las parcelas en cuadrantes temporales.

Criterios	Descripción
Distancia	No menos de 200 m de distancia entre cada parcela instalada.
Estado del ecosistema	Ubicación de las poblaciones de ají en su hábitat natural, observando el tamaño de cada población silvestre de ají.
Conocimiento local (sitios de crecimiento de los ajís silvestres)	Mediante un informante experto que conocía dónde se encuentran estas plantas en el bosque.

Análisis de datos

Uso de las especies silvestres del género Capsicum

Para precisar el uso de las especies silvestres del género *Capsicum*, se trabajó con el índice de valor de uso general (VUs), propuesto por (Phillips & Gentry 1993, Phillips 1996). Este valor expresa la importancia o valor cultural de una especie determinada para todos los informantes entrevistados. Para estimar el índice de valor de uso general de cada especie para todos los informantes (ivus), se utilizó la fórmula: $VUs = \sum i VUis / ns$ donde: *Uis* es el número de usos mencionados por el entrevistado *i* especie *s* en cada evento y *ns*, es el número de informantes entrevistados para la especie *s*.

Densidad relativa de especies silvestres de ají

Para estimar la densidad de individuos de *Capsicum* en las parcelas, se utilizó la siguiente fórmula (Mostacedo 2000):

$$Den. (D) = \frac{N^{\circ} \text{ de individuos de una especie (N)}}{\text{Área muestreada (A)}}$$

La densidad (D), es el número de individuos (N), dividido por un área (A), determinada: $D = N/A$.

Resultados

Valoración de las categorías de uso de especies de Capsicum silvestre

De acuerdo a la información de las encuestas, en la Figura 3 se muestra los diferentes porcentajes

de la valoración de las categorías de uso según el género *Capsicum* (hombre, mujer) en la comunidad de Azero Norte. Las diferencias existentes en esta comunidad, refieren a la mayor valoración por las mujeres en la categoría alimentación (25.4 %) y forraje (18.6 %) para el hombre, esto debido a que los hombres generalmente realizan su trabajo en el bosque, mientras que las mujeres realizan los deberes de la casa.

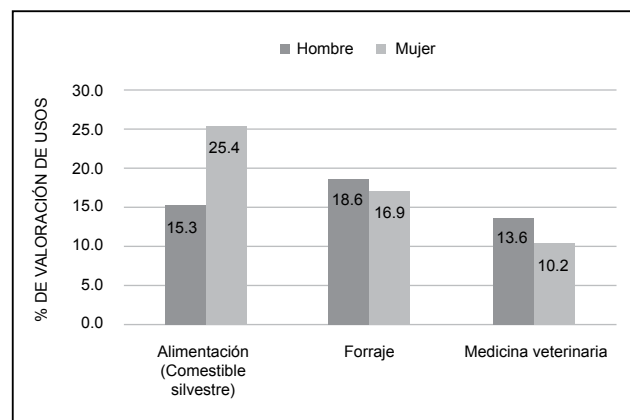


Figura 3. Valoración de las categorías de uso según el género en la comunidad de Azero Norte.

En Iripití, se registró que las mujeres y los hombres tienen cierto grado de similitud en la valoración dentro las tres categorías de uso. Pero el mayor porcentaje de valoración para las tres categorías (alimentación, medicina veterinaria y forraje), fue reportado por las mujeres (Fig.4).

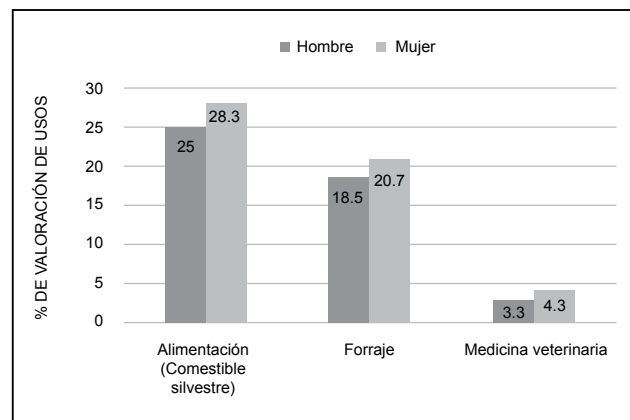


Figura 4. Valoración de las categorías de uso según el género en la comunidad de Iripití.

Para Zapallar según la Figura 5, los hombres y mujeres valoran de igual manera la categoría alimentación (23.9%). A diferencia de las otras categorías, el hombre presenta mayor porcentaje de valoración, para medicina veterinaria (21.1%) y

forraje (22.5%), esto debido a que esta comunidad se encuentra cerca a la ciudad de Monteagudo, condiciones que hacen que las mujeres ya no realicen trabajos en el campo.

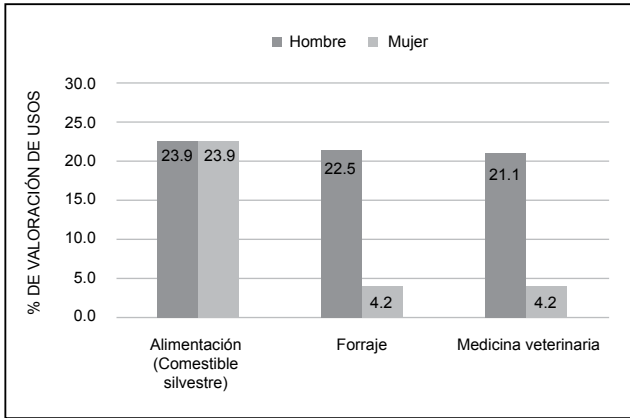


Figura 5. Valoración de las categorías de uso según el género en la comunidad de Zapallar.

Categorías de uso más importantes del género Capsicum silvestre según la edad de los pobladores locales

Respecto a la valoración de las especies de ají silvestre según la edad del informante en la comunidad de Azero Norte, se puede observar que la mayor valoración de uso, fue reportado por los adultos en las tres categorías de uso. Por otro lado, los jóvenes también indicaron un cierto grado de uso de estas especies y por último las categorías con bajos porcentajes de uso, fueron indicados por los ancianos (Fig. 6). Esta diferencia puede estar influenciada por la edad de los entrevistados, porque en esta comunidad, se encuentran mayormente personas de 30 a 52 años de edad y las personas mayores de 50 son pocos.

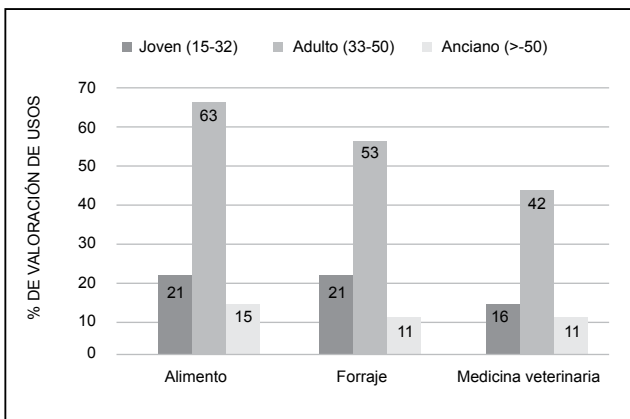


Figura 6. Valoración de las categorías de uso según la edad en la comunidad de Azero Norte.

En la comunidad de Iripiti, los adultos valoran más las especies de *Capsicum* en comparación de los ancianos, siendo que los jóvenes presentan una valoración mínima de uso (Fig. 7), este porcentaje mínimo puede estar influenciado por la migración de este estrato de la población.

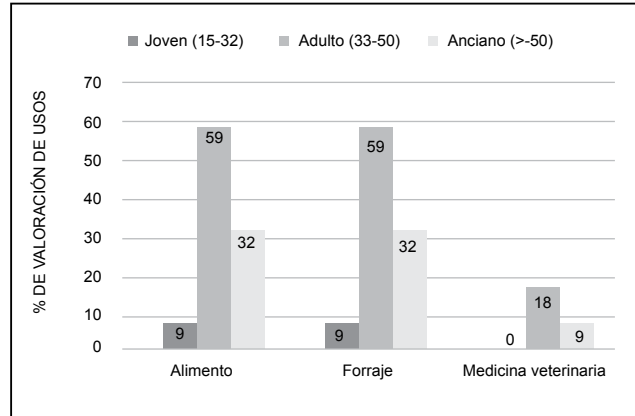


Figura 7. Valoración de las categorías de uso según la edad en la comunidad de Iripiti.

Para Zapallar el mayor porcentaje de uso, correspondió a la categoría alimentación, reportado por los adultos y ancianos, seguida de la categoría forraje y medicina veterinaria reportado por las personas ancianas. El menor porcentaje, corresponde a la categoría forraje, reportado por los jóvenes (Fig. 8). Esto indica, que estas plantas no son conocidas por los informantes jóvenes debido a la migración que ocurre en esta comunidad.

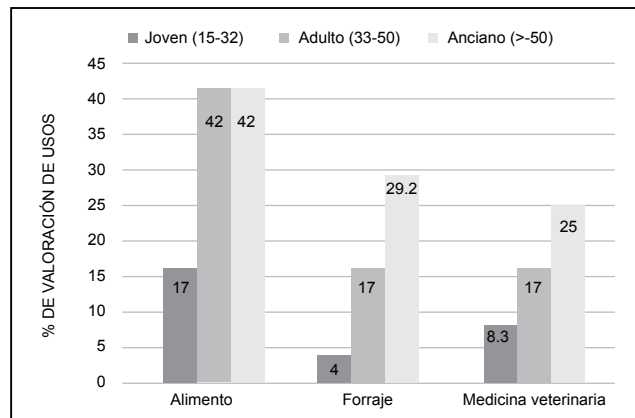


Figura 8. Valoración de las categorías de uso según la edad en la comunidad de Zapallar.

Relación de las categorías de uso de las especies de *Capsicum silvestre*, en las comunidades de estudio

En la Tabla 3, se muestra la relación porcentual entre las categorías de uso de tres especies de *Capsicum* que fueron diferenciadas y recolectadas en las comunidades evaluadas. Se registró el mayor porcentaje de uso para *Capsicum baccatum* var. *baccatum* en la categoría alimentación, medicina veterinaria y forraje. Según las comunidades de estudio el mayor porcentaje de uso presentó la comunidad de Zapallar (33.8 %), seguido por la comunidad de Azero Norte (32.2 %) y por último la comunidad de Iripiti (23.9 %), en la categoría alimentación. Posteriormente la especie *Capsicum* spp que presentó (20.7 %) de uso para la comunidad Iripiti, Zapallar (7.0 %) y Azero Norte (6.8%). Esta especie, no fue encontrada en condiciones de crecimiento natural en las tres comunidades de estudio, solamente fue mencionado por su uso. Finalmente *Capsicum eximium*, es la especie de ají que presento menos reportes de uso en las

comunidades de Azero Norte e Iripiti en comparación con la comunidad de Zapallar, esto debido a que esta especie se registró en la comunidad de Zapallar y en las otras dos solo fue mencionado por su uso.

Identificación del valor de uso de las especies de ají silvestre (VUs)

Las especies más importantes para la población local identificadas con el Índice del Valor de Uso, por especie se presentan en la Tabla 4, donde se muestran datos que hacen referencia al valor de uso (VU), muestra que *Capsicum baccatum* var. *baccatum* (arivivi), es utilizado en las tres comunidades, presentando valores mayores a 2, seguido por la especie *Capsicum* spp. (cumbari), y el menor valor de uso corresponde a la especie *C. eximium* (ulupica).

Tabla 3. Porcentaje de uso de cada especie del género *Capsicum*, reportado en las tres comunidades de estudio.

Comunidad	Categorías de uso	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	<i>Capsicum eximium</i>	<i>Capsicum</i> sp
Azero Norte	Alimentación (comestible silvestre)	32.2 %	1.7 %	6.8 %
	Medicina veterinaria	18.6 %	3.4 %	1.7 %
	Forraje	27.1 %	3.4 %	5.1 %
Iripiti	Alimentación (comestible silvestre)	23.9 %	8.7 %	20.7 %
	Medicina veterinaria	6.5 %	0 %	1.1 %
	Forraje	23.9 %	1.1 %	14.1 %
Zapallar	Alimentación (comestible silvestre)	33.8 %	7.0 %	7.0 %
	Medicina veterinaria	16.9 %	2.8 %	5.60 %
	Forraje	16.9 %	2.8 %	7.0 %

Tabla 4. Especies reportadas, informantes y valor de uso en las comunidades de estudio.

Comunidad	Informantes entrevistados			Nombre común	Especie	VU
	H	M	Total			
Iripiti				Arivivi **	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	2.22
	11	11	22	Ulupica *	<i>C. eximium</i>	1.00
				Cumbari *	<i>C. spp.</i>	1.78
Zapallar				Arivivi **	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	2.04
	12	12	24	Ulupica **	<i>C. eximium</i>	1.5
				Cumbari *	<i>C. sp.</i>	1.75
Azero Norte				Arivivi **	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	2.42
	7	12	19	Ulupica *	<i>C. eximium</i>	1.17
				Cumbari *	<i>C. sp.</i>	1.67

** Especies registradas y valoradas, según el Índice de Valor de Uso en las comunidades de estudio.

* Especies que solo fueron mencionadas por su uso en función al conocimiento local.

Densidad relativa de las especies silvestres del género *Capsicum*

Se estudiaron en total 24 poblaciones de ajís silvestres, 18 poblaciones para *C. baccatum* var. *baccatum*, donde se registraron en total 60 individuos: 27 en la comunidad de Zapallar, 11 Iripiti y 22 Azero Norte. Así mismo, se estudiaron 6 poblaciones para *C. eximium*, en la comunidad de Zapallar, donde se registró en total 47 individuos (Tabla 5).

La densidad expresada para la comunidad de Iripiti es mínima, debido a la intervención del ganado, ya que se pudo observar que muchas de las plantas se encontraban ramoneadas en estado juvenil. Además mencionar las poblaciones de estas especies, se encuentran intervenidas por el hombre por la actividad de chaqueo.

Discusión

Hosting et al. (1999), en un estudio etnobotánico de la Cultura Mam, señalan que según las costumbres alimenticias de esta cultura, clasifican los alimentos en cinco categorías, donde el género *Capsicum*, se encuentra en la segunda categoría de los alimentos consumidos por este grupo. En relación a este estudio, los ajís silvestres representan el uso como alimento por los pobladores de cada una de las comunidades.

De las categorías de uso, los resultados obtenidos en las comunidades de estudio, coinciden con el de Orias (2010), Felipez (2010), Carretero et al. (2011),

estudios en el mismo área protegida, muestran las siguientes categorías de uso: alimento, forraje y veterinario para la especie *C. baccatum* var. *baccatum*, las cuales reportan valores > 10, de acuerdo con los resultados obtenidos son similares, por ejemplo la categoría medicina veterinaria, presenta 11 reportes. El caso de *C. eximium* en el mismo estudio realizado por Carretero et al. (2011), muestra que se encuentra en la categoría alimento y veterinaria, en relación a nuestro trabajo, se complementó la categoría forraje pero con bajos reportes de uso.

La densidad de las poblaciones de *Capsicum* en las comunidades estudiadas se debe en parte a que es un elemento florístico de los bosques caducifolios Tucumanos Bolivianos (Serrano 2007), pero también a la importancia que representa para la cultura de las comunidades. De acuerdo a Hawkes et al. (1997), citado por Rivas (2001), el tamaño efectivo de una población de plantas para asegurar la conservación de su diversidad genética por un período indefinido de tiempo, puede estimarse entre 500 y 5000 individuos. Mientras que Soulé, 1980, citado en Ramos, 2009, sostiene una regla general (50/500), donde, establece que las poblaciones de plantas necesitan al menos 50 individuos para mantener la variabilidad genética a corto plazo y preferiblemente 500 a largo plazo. Estos datos indican que se debe proteger y conservar las poblaciones de *C. baccatum* var. *baccatum* y *C. eximium* a corto plazo, ya que presentan baja densidad poblacional ya que existe probabilidad que nuestras especies silvestres puedan reducir sus poblaciones en el tiempo.

Tabla 5. Densidad relativa de las especies de *Capsicum* presentes en las comunidades de estudio, evaluado en una superficie total de 2400 m²

Comunidad	Especie	Número de poblaciones estudiadas (en parcelas de 400 m ²)	Número de individuos	Densidad relativa
Azero Norte	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	6	22	0.092
Iripiti	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	6	11	0.005
Zapallar	<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	6	27	0.011
	<i>C. eximium</i>	6	47	0.02

Conclusiones

Todas las familias entrevistadas coincidieron en que los atributos con base en los cuales reconocen las variantes de *Capsicum* son la forma, el tamaño y el color del fruto. En general, los campesinos tienen preferencias en función del gusto personal por distintos atributos del fruto. Las diferentes especies de ají silvestre registradas, son reportadas mayormente dentro de la categoría alimento (63%), la categoría forraje (53%) y veterinario (42%).

En las tres comunidades, se registró el mayor porcentaje de uso para el arivivi (*C. baccatum* var. *baccatum*), en la categoría alimentación, medicina veterinaria y forraje. En cambio la ulupica (*C. eximium*), es la especie de ají que presenta menos reportes de uso y solo se registró sus poblaciones naturales en la comunidad de Zapallar de igual manera para el cumbarí (*Capsicum sp.*), especie que solo se conoce su uso.

En las áreas muestreadas la mayor densidad reporto *C. baccatum* var. *baccatum*, en la comunidad de Zapallar, con 27 individuos/2400 m², en la comunidad de Iripiti presentó 22 individuos/2400 m² y en la comunidad de Azero Norte 11 individuos/2400 m², mientras que la densidad de la especie *C. eximium* fue de 0.12 individuos/2400 m².

Referencias

- Acebey, A., M. Kessler, B. Maass & T. Krömer. 2006. Aráceas y bromeliáceas de Bolivia. En: *Botánica Económica de los Andes Centrales* Editores. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 2006: 434-448.
- Bukasov, 1933. The potato of South América and their breeding possibilities. *Bull. Applied Botany, Leningrad Supplement* N° 58 192.
- Benítez, G. 2009. Etnobotánica y Etnobiología del poniente Granadino. Universidad de Granada. 753 p.
- Cárdenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. 2ª Ed. Editorial Los Amigos del Libro, Cochabamba. 333.
- Carretero, A., M. Serrano, & A. Vildoza. 2007. Valoración comunitaria de las Plantas Útiles en Tentayapi - Chuquisaca-Bolivia.
- Carretero, A., M. Serrano, F. Borchsenius & H. Balslev (eds.). 2011. Pueblos y plantas de Chuquisaca, Estado del conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación. Herbario del Sur de Bolivia-Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre-Bolivia. 36; 266; 253.
- Escobar, G. s.f. Etnobiología: Introducción al paradigma de la etnobiología. Capítulo 5. HIDTMA, S.L. Consultoría ambiental marina proyectos ambientales marinos. Consultado 25 oct. 2011. Disponible en hidtma.com/medioambiente enlaces patrocinado.
- Felipez, W. 2010. Identificación y valoración de plantas nativas útiles con potencial económico en las comunidades de Iripiti y Monte Grande del PN ANMI-Serranía del Iñao departamento de Chuquisaca. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia.
- Flores K. & Albizu, M. 2005. Caracterización del uso de plantas en el Área de Amortiguamiento de la Reserva Biológica Indio Maíz. Trabajo de Diploma. Managua, Nicaragua.
- Gentry, J. L. & P. C. Standley. 1974. Solanaceae. *En Flora of Guatemala*. Fieldiana: Botany 24:1-151.
- Hernández V.S., Luna R. R., Sánchez C., González R. A., Rivera R. B., Guevara G. R., Sánchez P. P., Casas A., Oyama K. 2004. Variación genética y en la resistencia a virus en poblaciones silvestres de Chile (*Capsicum annum*) silvestre de México.
- Hoffman, B., & G. Timothy. 2007. Importance Indices in Ethnobotany. *Ethnobotany Research & Applications* 5:201-218. Disponible en: www.ethnobotanyjournal.org/vol5/i1547-3465-05-201.pdf
- Kish, L. 1972. Muestreo de encuestas. México.
- Morán, B., M. Ribero, F. García & P. Ramírez V. 2004. Patrones isoenzimáticos de chiles criollos (*Capsicum annum* L.) de Yucatán, México. En: Chávez-Servia, J.L., Tuxill, J., Jarvis, D.I. (eds). pp. 83-89. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos. Cali, Colombia.
- Mostacedo, B., & T. Fredericksen. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. BOLFOP. Santa Cruz, Bolivia.

- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia: Vegetación y ambientes acuáticos. Editorial Centro de Ecología Simón I. Patiño. Cochabamba, Bolivia.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2011. En Carretero A., M. Serrano, F. Borchsenius & H. Balslev (eds.). Pueblos y plantas de Chuquisaca, Estado del conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación. Herbario del Sur de Bolivia-Universidad Mayor, Real y pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre-Bolivia.
- Nee, M. 1986. Solanaceae I. Flora de Veracruz 49:1–191.
- Nee, M. 1993. Solanaceae II. Flora de Veracruz 72:1–158.
- Nee, M. 2004. Flora de la región del Parque nacional Amboró, Bolivia. Editorial FAN. Santa Cruz. 235.
- Noguera, A., H. Balslev. 2005. Plantas útiles y conocimiento local en comunidades de la reserva biológica Indio Maíz, río San Juan, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente. Informe Proyecto Investigación, Biodiversidad, Ecología y Sociedad (IBESo)/UNA/PASMA.
- Orias, J. 2010. Uso actual y valoración de plantas nativas útiles en las comunidades de Entierillos y Santiago de las Frías del PN ANMI-Serranía del Ñao departamento de Chuquisaca. Tesis de Licenciatura, Universidad de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre-Bolivia.
- Phillips, O. 1996. Some Quantitative Methods for Analyzing Ethnobotanical Knowledge, The New York Botanical Garden; 1996. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, PNUMA, 2005. Diversidad Biológica Proyecto Ciudadanía Ambiental Global. 9-23.
- Ramos, L. 2009. Estudio poblacional de especies silvestres del género *Arachis* (maní) en Bolivia. Tesis de grado. Cochabamba – Bolivia.
- Rivas, M. 2001. Conservación in situ de los recursos fitogenéticos. En: “Estrategia en recursos fitogenéticos para los países del Cono Sur. PROCISUR.
- Serrano, M. 2007. Lista de la Flora de los Bosques Montanos Tucumano- Bolivianos de Bolivia (inédito, no publicado versión digital).
- Thompson L. 2007. Población y usos de la palmera endémica *Parajubaea torallyi* en el ANMI - el Palmar, Chuquisaca: elementos para su manejo y conservación. Tesis de Grado. Universidad mayor de san Andrés Facultad de ciencias puras y naturales, La Paz-Bolivia.

Caracterización agromorfológica de ecotipos de maní (*Arachis hypogaea*) en Pedernal, Chuquisaca

Agromorphological Characterization of Peanut Ecotypes (*Arachis hypogaea*) in Pedernal, Chuquisaca

Teófilo Ramírez¹ & Martha Serrano²

¹Facultad Ciencias Agrarias. Carrera Ingeniería en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca Sucre- Bolivia.

²Instituto de Seguridad Alimentaria- Herbario del Sur de Bolivia. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

*martha_sucre@yahoo.com

Resumen

El maní es un recurso de la agrobiodiversidad con valor estratégico e importante rol para la seguridad alimentaria de la población rural. Es también fundamental en la generación de ingresos económicos para los agricultores de la región subtropical de Bolivia, y su valor cultural para los habitantes del Chaco. Se estudiaron ocho ecotipos de maní con el objetivo de determinar la diversidad agromorfológica del germoplasma de maní (*Arachis hypogaea*) de Bolivia. Estos ecotipos fueron sembrados en un diseño de bloques completamente al azar en la comunidad de Pedernal, para evaluar los caracteres morfológicos, utilizando cinco descriptores agromorfológicos del maní, que además cuentan con datos del material botánico recolectado. El análisis de varianza de los caracteres agromorfológicos cuantitativos de los ecotipos evidenciaron diferencias significativas ($p < 0.05$), para los descriptores como: la altura de planta, longitud y ancho de los folíolos de la hoja. Los ocho ecotipos presentaron hábito de crecimiento decumbente, con diferencias en la arquitectura de las plantas como en el tipo de ramificación y la disposición de las ramas. El análisis con base en los descriptores cualitativos, también evidenció diferencias, como el porcentaje de emergencia los ocho ecotipos, y en las variables superficie del tallo y folíolos, siendo el ecotipo *Tubito Bayo* el más precoz. Esta información es útil para iniciar procesos para programas de conservación de la agrobiodiversidad, mejoramiento genético y obtención de nuevos cultivares de maní.

Palabras claves: Ecotipos de maní, germoplasma, descriptores, Pedernal, subtropical.

Abstract

The peanut is a resource of agrobiodiversity with a strategic value, and with an important role in the nutrition of rural populations. It is also an important source of income in the rural economy of the subtropical regions of Bolivia and is of significant cultural importance to the Chaco populations. Eight ecotypes of peanut (*Arachis hypogaea*) were studied with the objective of determining the agromorphological diversity of the Bolivian germplasm. Separate random plots were seeded with each of the eight ecotypes in the community of Pedernal, to evaluate the morphological characteristics, using five agromorphological descriptors of peanut which were checked against botanical collections. An analysis of variance of the quantitative characters of the ecotypes showed significant differences ($p < 0.05$) for the descriptors of plant height, leaf length, and leaf width. *Tubito Bayo* is the earliest ecotype that shows morphological variability between ecotypes. The eight ecotypes showed a decumbent growth habit, with evidence of differences in the branching characteristics with the presence or absence of a sequential aspect to the branching. Through an analysis of the qualitative descriptors, differences were found in the percent emergence between the eight ecotypes and also in the surface areas of stem and leaflets. This information is useful for initiating and supporting programs of agrobiodiversity conservation, genetic improvement, and obtainment of new cultivars of peanut.

Key words: Descriptors, germplasm peanut ecotypes, Pedernal, subtropical.

Introducción

El maní (*Arachis hypogaea* L.) es reconocido como uno de los cultivos de leguminosas importantes del mundo por su uso en la alimentación humana (Wang et al. 2011) cultivado en regiones tropicales y subtropicales (Halward et al. 1991). El maní es originario de América del sur, posiblemente de Bolivia, donde se ha encontrado una gran variabilidad genética de parientes silvestres (Krapovickas et al. 2009). Además se ha adaptado a una amplia gama ecológica, se cultiva bajo diversos sistemas de producción agrícola en Asia, África, y las Américas ampliamente distribuido en países como Argentina, Bolivia, Brasil, Paraguay y Uruguay (FAO 2013). Sobre la base de las características morfológicas de maní, son reconocidos un gran número de variedades locales (Krapovickas y Vanni 2010). Debido a la pérdida de hábitat y los cambios globales, muchas de las variedades de cultivos están en peligro de extinción, los registros bioclimáticos indican que el cambio climático será responsable de la pérdida del 50% en el rango de distribución de las poblaciones silvestres de maní (*Arachis sp.*), papa (*Solanum sp.*) y caupí (*Vigna sp.*) y que, por sus efectos, el 16-22% de estas especies se extinguirán para el año 2055 (UICN 2010).

Las principales zonas productoras de maní en Bolivia se encuentran en la región del Chaco de Santa Cruz, Tarija y Chuquisaca en una diversidad de condiciones agroecológicas (SENACYT 2011). Estas condiciones generan el desarrollo de ecotipos reconocidos y cultivados por los agricultores para su alimentación y forman parte de su cultura. Estos ecotipos son importantes para la subsistencia de los agricultores más pobres y corren el riesgo de perderse si no se procede a su registro y conservación como nuevas variedades del cultivo de maní (Biodiversity International 2011), con características de mejor rendimiento, ciclo agrícola corto y resistencia a plagas y enfermedades (SENACYT 2011). Mediante investigaciones agronómicas se han descrito 14 variedades (Blanco 2013) y 22 ecotipos (PROINPA 2014) que hacen referencia a sus características morfológicas, agronómicas y moleculares con datos no publicados para la ciencia y sin evidencias de colectas botánicas que soporten las descripciones morfológicas y que sea de fácil acceso para nuevas investigaciones.

Nuestro objetivo fue comparar la variabilidad

morfológica de ecotipos y de maní (*Arachis hypogaea*), para la conservación de la agrobiodiversidad y aportar a la obtención de nuevo material genético con características útiles en la producción sostenible del maní, para lo cual se analizó la variabilidad morfológica de los ecotipos de maní, describieron las características morfológicas de los ecotipos.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El experimento de campo fue realizado en la comunidad de Pedernal, Municipio Padilla ubicado a 240 km de la ciudad de Sucre a 1445 msnm, 19°23' LS y 64°05' LW con precipitación anual de 1000 mm y temperatura media de 20 °C a una altitud de 1445 m, en suelos de textura franco arenoso (SERNAP 2011). La comunidad es parte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño importante por su biodiversidad (PROMETA 2001, Serrano 2009), tiene una superficie total de 2627.69 km², internamente delimitada en un área natural de manejo Integrado de 1.205,29 km² donde debe emprenderse acciones de conservación de la biodiversidad y el desarrollo sostenible de las cuales están vinculadas a la producción de cultivos de la zona como el maíz, ají, maní y papa, la agricultura se desarrolla en un sistema tradicional (PDM 2011) con cultivos que se realizan en terrenos con pendientes y topografía accidentada, motivo por el cual la introducción de maquinaria agrícola es limitada, la producción agrícola de esta comunidad en general es de subsistencia (Cerezo 2009).

Diseño experimental

La siembra de los ecotipos de maníes *Blanco paradito*, *Colorado de Bartolo*, *Colorado del Villar*, *Coloradito*, *Tubito colorado*, *Overo Atirimbia*, *Overo Guarayo* y *Tubito bayo* (Tabla 1, Anexo 1), fue realizada en condiciones a secano en parcelas de 8.4 m² con 28 plantas en un diseño de bloques completamente al azar, con 8 tratamientos y 3 repeticiones, en terreno de un productor de Pedernal donde fueron evaluadas las características morfológicas de ocho ecotipos en sus diferentes etapas de desarrollo. Se evaluaron 10 plantas de maní por unidad experimental.

Tabla 1. Listado de ocho ecotipos locales de maní con su código y la fuente de la colección, manejados por los agricultores del sur de Bolivia.

Tratamiento	Código	Nombre del ecotipo	Procedencia
T1	TB	<i>Tubito Bayo</i>	Bartolo. Municipio de Monteagudo. Chuquisaca.
T2	CV	<i>Colorado del Villar</i>	El Dorado, Municipio El Villar, Chuquisaca
T3	C	<i>Coloradito</i>	Pedernal, Municipio de Monteagudo, Chuquisaca.
T4	TC	<i>Tubito Colorado</i>	Pedernal., Municipio de Monteagudo, Chuquisaca.
T5	BP	<i>Blanco Paradito</i>	Carmen Florida, Municipio de Rurrenabaque, Beni
T6	OA	<i>Overo Atirimbia</i>	Atirimbia, Municipio de Huacareta, Chuquisaca.
T7	OG	<i>Overo Guarayo</i>	Rosario del Ingre, Municipio de Huacareta, Chuquisaca.
T8	CB	<i>Colorado de Bartolo</i>	Bartolo, municipio de Monteagudo. Chuquisaca.

Muestreo

Las evaluaciones fueron realizadas siguiendo los descriptores morfológicos para el cultivo de maní del IBPGR (International Board for Plant Genetic Resources) y el ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid-Tropics), y de otras investigaciones que publicaron listados de descriptores para la especie *Arachis hypogaea* L. (Pittman 1995, Barry et al. 2010). Se evaluó 13 variables cuantitativas (morfológicos y agronómicos) y 10 cualitativas (Tablas 2 y 3) durante las etapas de crecimiento de los ecotipos, siguiendo parámetros propuestos para el cultivo de maní por Boote (1982).

Asimismo, se procedió a la colecta del material botánico procedente de las parcelas y plantas en evaluación, siguiendo las técnicas de recolectas botánicas (Portal 2012 en www.hsbbolivia.org), con datos precisos de este material, para luego incorporarlo a la colección de agrobiodiversidad del herbario del Sur de Bolivia de la Facultad de Ciencias Agrarias. Las evaluaciones postcosecha fueron realizadas en los gabinetes del herbario y laboratorios de BEISA 3 en la Facultad de Ciencias Agrarias en Sucre.

Análisis de datos

Los análisis estadísticos fueron realizados con datos de los ocho ecotipos, las cuales no tuvieron datos

faltantes para las variables bajo estudio. Se realizó el análisis mediante estadística descriptiva, calculando el coeficiente de correlación de Pearson entre pares de caracteres cuantitativos. La contribución de cada variable en la explicación de la variabilidad total de los individuos de cada ecotipo se determinó a través de los vectores propios derivados de la matriz de correlación entre las 13 variables según un Análisis de Componentes Principales (CP).

Las pruebas estadísticas para las variables cualitativas se transformaron en datos binarios teniendo en cuenta la presencia o ausencia (1/0) de cada código de descriptores. Se aplicó un análisis de coordenadas principales seleccionando el coeficiente similitud de Jaccard y los datos fueron analizados utilizando métodos de agrupamiento más altos para similitud/distancia. El análisis de coordenadas principales (ACP) se utilizó para determinar los principales patrones de agrupamiento basado en el conjunto de datos multivariados.

Finalmente, se realizó el análisis de conglomerados para generar un dendrograma que representa la relación de la morfología de los ocho ecotipos locales de maní (Dillon & Goldstein 1984).

Tabla 2. Descriptores de las variables cuantitativas y fases de evaluación de ocho ecotipos de maní cultivados en un ensayo experimental en la comunidad de Pedernal, Bolivia.

VARIABLES CUANTITATIVAS	EVALUACIÓN DEL DESCRIPTOR	FASE DE EVALUACIÓN
Altura del tallo principal (cm)	Medido en la parte más alta de la planta	Registro entre los 50-80 días después de la siembra
Distribución foliar (cm)	Medición del diámetro o ancho del follaje.	Registro entre los 50-80 días después de la siembra
Diámetro del tallo principal (mm)	Medición del diámetro del tallo a los 60 días	Registro el día 60 después de la emergencia
Longitud del foliolo (mm)	*Medido en la parte más larga del foliolo	Registro en la hoja más desarrollada de la planta
Ancho del foliolo (mm)	*Medido en la parte más ancha del foliolo	Registro en la hoja completa más desarrollada de la planta
Longitud de la vaina (mm)	*Medido en la parte más larga de la vaina	Promedio de 10 vainas maduras después de la cosecha
Ancho de la vaina (mm)	*Medido en la parte más ancha de la vaina	Promedio de 10 vainas maduras después de la cosecha
Longitud de la semilla (mm)	*Medido en la parte más larga de la semilla	Promedio de 10 semillas maduras después de la cosecha
Ancho de la semilla (mm)	*Medido en la parte más ancha de la semilla	Promedio de 10 semillas maduras después de la cosecha
Peso de 100 semillas (g)	*Registro de 100 semillas/ecotipo	Peso de 100 semillas maduras, sin arrugas, escogidas al azar después de la cosecha
Nº de días hasta el 50% de emergencia	Registrado los días desde la siembra al 50% de emergencia de la unidad experimental	Desde la siembra al día del porcentaje requerido
Nº de días hasta el 50% de floración	Registrado los días desde la siembra al 50% de floración de la unidad experimental	Desde la siembra al día del porcentaje requerido
Nº de días hasta la cosecha	Registrado los días desde la siembra hasta el día de la cosecha	Desde la siembra al día del porcentaje requerido

*promedio de diez muestras al azar de cada planta seleccionada.

Tabla 3. Descriptores de las variables cuantitativas y fases de evaluación de ocho ecotipos de maní cultivados en un ensayo experimental en la comunidad de Pedernal, Bolivia.

Variables cualitativas	Descriptor	Fase de evaluación
Disposición de las ramas	1 Alterna 2 Secuencial 3 Irregular con flores sobre el tallo principal 4 Irregular sin flores sobre el tallo principal	Evaluado sobre ramas laterales desarrolladas
Número de ramas	1 Primaria 2 Secundaria 3 Terciaria	Número de ramas laterales de la planta bien desarrollada
Tipo de flor	1. Simple 2. Compuesta (número de flores por axila)	Evaluado la estructura de las flores desarrolladas
Forma del foliolo	1 Elíptico – oblongo 2 Elíptico – angosto 3 Elíptico – ancho 4 Suborbicular 5 Orbicular 6 Ovado 7 Obovado 8 Oblongo 9 Ob-oblongo emarginado	Evaluado sobre el foliolo apical totalmente abierto de la tercera hoja del tallo principal.
Ápice del foliolo	1 Casi glabro arriba (haz), pilosidad abajo (envés) 2 Casi glabro arriba, pelos y/o cerdas abajo 3 Casi glabro abajo, pelos arriba. 4 Casi glabro abajo, pelos y cerdas arriba	Registro de folíolos desarrollados del tercer nudo
Nº de semillas por vaina	1 =1-2 2 =3-4 3 =5-6	Registro después de la cosecha
Punta de la vaina	0 Sin punta 1 Ligera 2 Moderada 3 Prominente 4 Muy prominente	Registrado después de la cosecha
Estrangulamiento de la vaina	0 Sin estrangulamiento 1 Ligero 2 Moderado 3 Profundo. 4 Muy profundo	Registrado después de la cosecha
Reticulación de la vaina	0 Sin reticulación 1 Ligera 2 Moderada 3 Prominente 4 Muy prominente	Registrado después de la cosecha
Color de la semilla	1 Un solo color 2 Abigarrado	Registrado después de la cosecha

La realización de la investigación contó con el consentimiento del Servicio Nacional de Áreas Protegidas, Autoridades del Gobierno Autónomo del Municipio de Padilla y el consentimiento y acuerdo de la comunidad de desarrollar la investigación en terrenos de uno de sus agricultores. Se compartió todo el proceso de formulación, evaluaciones del personal técnico del Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria y Forestal, dependiente del estado Plurinacional de Bolivia, quienes serán los encargados de resguardar el material genético proveniente de esta investigación.

Resultados

Caracteres morfológicos con mayor capacidad de diagnóstico para la diferenciación de los ecotipos

Las características morfológicas que mostraron mayor variabilidad en los ecotipos fueron longitud y ancho de foliolo (LF), *Blanco paradito*, *Tubito Bayo* y *Colorado*. En cuanto a la arquitectura de la planta prevalecieron los caracteres de altura, mostrando diferencias en el desarrollo de las mismas *Tubito*

bayo, *Colorado el Villar* y *Blanco paradito*, los que obtuvieron mayor altura al finalizar los 90 días, aunque en relación con el diámetro de los tallos a los 60 días, *Colorado el Villar* no obtuvo similar crecimiento en relación a los otros dos ecotipos (Tabla 4). El análisis de las variables que caracterizan la morfología de las hojas destaca diferencias significativas en el ancho y largo de los foliolos de los ecotipos *Tubito Bayo*, *Blanco paradito* y *Coloradito* que a la vez guarda relación con el crecimiento de las plantas. Estas diferencias también fueron confirmadas mediante el análisis de varianzas con resultados que mostraron diferencias significativas para cada variable.

Los descriptores agronómicos con mayor variabilidad fueron días de emergencia que varía entre 6 a 13 días, siendo *Tubito Bayo* el más precoz; del mismo modo el número de días para la maduración fue muy variable mostrando a este ecotipo como el que obtuvo la maduración de los frutos en menos días y el más tardío *Colorado Bartolo*; floración estuvo entre 50-60 días, reportando mayor número de días para la floración el ecotipo *Overo Guarayo*, con baja variabilidad entre ecotipos.

Tabla 4. Valores promedio: altura de las plantas a 50 días (H1), altura a 80 días (H2), diámetro foliar después de 50 días (DF1), diámetro foliar a 80 días (DF2), diámetro del tallo principal a 60 días, longitud del foliolo (LF), ancho del foliolo (AF), longitud de las vainas (LV), ancho de la vaina (AV), longitud de la semilla (LS), ancho de la semilla (AS), días para la emergencia (DE), días para la floración (DF), días de maduración (DM) peso de frutos (P) de cada ecotipo.

Variables	H1	H2	DT	DF1	DF2	LF	AF	LV	AV	LS	AS	DE	DF	DM	P
	cm											días		g	
BP	29.10	40.03	0.07	43.20	78.83	7.50	3.70	3.94	1.53	1.69	0.94	7	50	149	68
C	27.27	35.6	0.06	40.60	80.23	6.96	3.69	3.94	1.65	1.70	1.00	9	52	147	62
CB	29.53	42.07	0.05	37.73	89.90	5.20	2.88	3.69	1.63	1.76	0.95	11	54	175	114
CV	28.47	40.60	0.05	41.60	70.47	5.03	2.74	3.89	1.61	1.77	1.00	13	55	171	117.30
OA	27.23	37.37	0.06	47.60	74.03	5.62	3.11	3.95	1.47	1.71	0.94	13	53	158	120.00
OG	24.63	36.47	0.05	41.10	79.27	5.65	3.08	3.65	1.63	1.75	0.96	13	56	174	107.70
TB	31.52	43.43	0.07	42.83	78.43	7.19	3.70	3.78	1.67	1.76	1.01	6	50	150	54.00
TC	29.27	39.93	0.06	38.10	73.33	6.43	3.23	3.52	1.63	1.83	1.09	7	51	149	52.67
CV (%)	7.19	6.95	14.2	7.52	5.47	15.32	11.81	4.26	4.22	2.61	5.14	30.35	4.3	7.7	31.61

Mediante el análisis de componentes principales en general en el biplot (Fig. 2) se observa que las diferencias causadas por la heterogeneidad entre ecotipos muestran la separación entre los ecotipos de maní según su morfología en dos grupos: caracteres morfológicos explicados o con mayor peso en la variable altura de planta que explicó mejor la variabilidad medido en dos tiempos (50 y 80 días) entre los ecotipos, obteniendo pesos vectoriales

de 0.69 y 0.57 respectivamente; y por otro lado los caracteres agronómicos como los días de emergencia después de la siembra, únicamente la variable ancho de la semilla se asocia a este grupo, por la relación con el peso de las semillas. Por la cercanía que presentan las variables agronómicas, se infiere que su incremento, directo o indirecto podría originar un aumento en su producción en grano de maní, debido a que están correlacionadas positiva y significativamente.

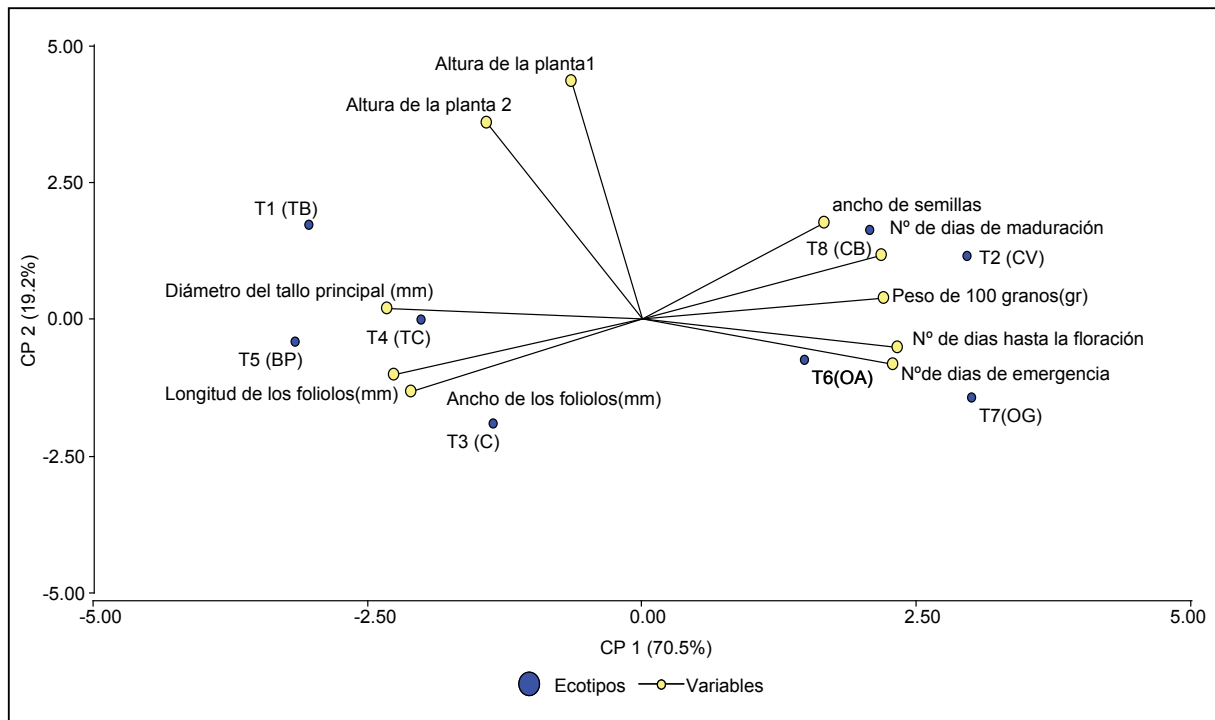


Figura 2. Biplot con los pesos de 10 variables cuantitativas medidos en ocho ecotipos de maní en una escala bidimensional.

Al analizar las interrelaciones entre los ecotipos y ocho variables de mayor significancia, se observó que los dos primeros vectores o ejes representaron más del 89% de esta variación en los ecotipos (estructura de varianzas y covarianzas de los datos), donde PC1 explica el 70% y PC2 19% de la variación en relación con las diferentes variables cuantitativas, respectivamente e indican claramente que la altura de la planta, longitud y ancho de los foliolos, diámetro del tallo principal, número de días de para la emergencia y maduración de los frutos son importantes y tienen un fuerte efecto en variación de las características del maní. La dispersión de los ocho ecotipos en los dos cuadrantes sugieren que hay variabilidad morfológica disponible para un programa de Fitomejoramiento.

Determinación el grado de información aportada por cada carácter respecto a los demás

Las variaciones morfológicas de los ecotipos de maní, detectado por el análisis de componentes principales (ACP), fueron confirmadas mediante análisis discriminante (AD), utilizando como variables de agrupamiento las variables cualitativas (Fig. 3). La mayoría de los ecotipos presentaron diferencias por la superficie del tallo y foliolo, predominantemente con pubescencia intermedia, el color de los pétalos y las sus pintas (manchas lineales en la corola), además. En los diferentes estados de crecimiento presentaron color verde diferenciado entre los tallos de los ecotipos. La posición de las variables entre los dos ejes canónicos indica que las variables superficie del tallo y foliolo están asociados positiva y negativamente a

la función canónica 1, y el color de la pintas de los pétalos, pigmentación del tallo, y margen del foliolo a la función canónica positiva 2 y negativa para la variable forma de foliolo.

La clasificación general obtenida de dicho análisis indica que el 85% de los ecotipos fueron clasificados

tienen buen poder discriminante, en función a la longitud de los vectores, (Wilks' lambda= 0.009; $P < 0.001$) y que las dos primeras funciones discriminantes extraídas del AD explican el 98.68 % de la varianza total.

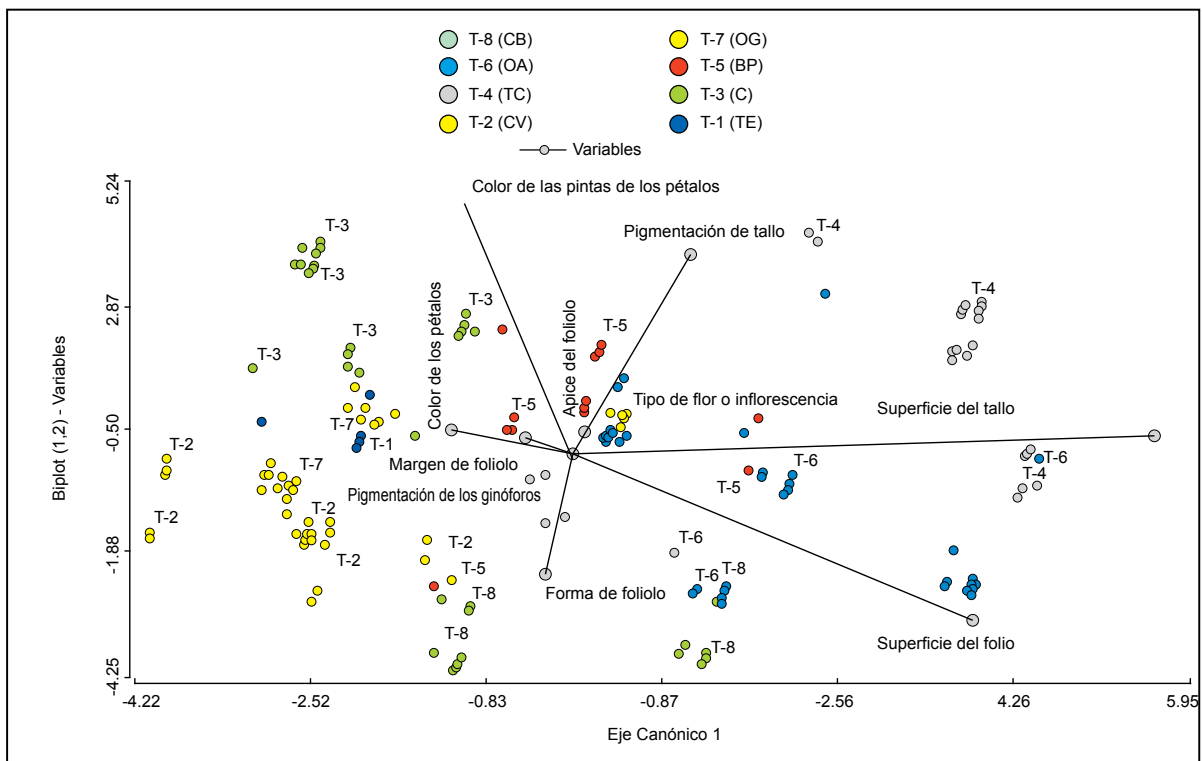


Figura 3. Análisis de la función discriminante (AD) de los caracteres morfológicos de ocho ecotipos de maní en el espacio de las variables canónicas (Ejes canónicos 1 y 2).

Interdependencia entre caracteres morfológicos de los ecotipos

Para el análisis de la interdependencia entre caracteres morfológicos de los ecotipos, se utilizó como estimador el valor de la distancia de Jaccard entre dos caracteres, este análisis muestra la proximidad entre ecotipos y las variables evaluadas.

Así, el diagrama de la Figura 4, muestra que la clasificación de los ecotipos de maní, en tres grupos: *Colorado Bartolo* y *Overo Atirimbia*; *Overo Guarayo*, *Colorado El Villar*, *Tubito Bayo*; y un grupo formado por dos ecotipos como *Blanco Paradito* y *Coloradito*. El rango de la variabilidad el primer y segundo grupo incluyeron 37.5% cada uno y el tercer grupo reunió el 25% del total.

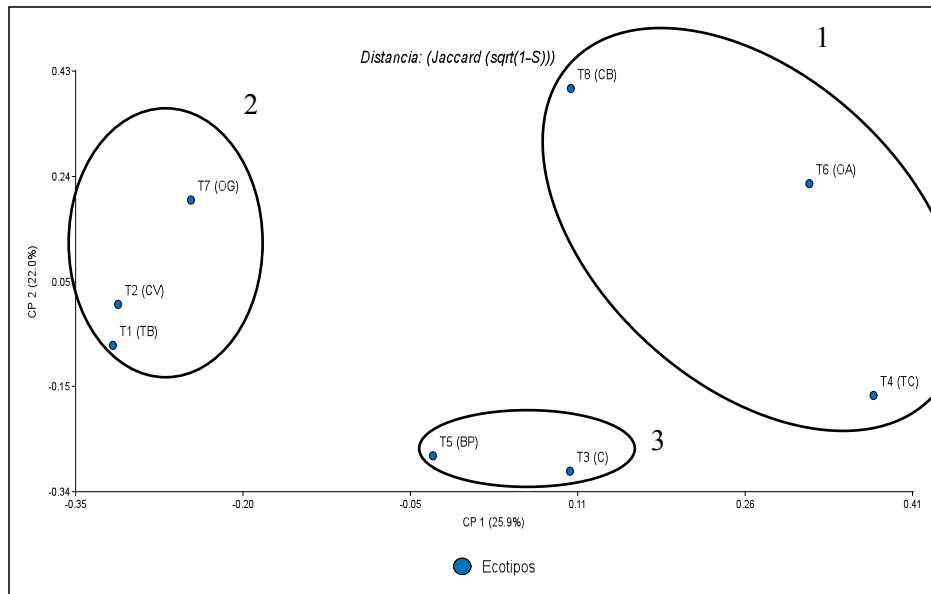


Figura 4. Diagrama de dispersión ocho ecotipos locales de maní que se usa en el experimento de 15 caracteres cualitativos agromorfológicos, los círculos corresponden a los grupos de ecotipos identificados, sobre la base de un índice de Jaccard matriz de similitud.

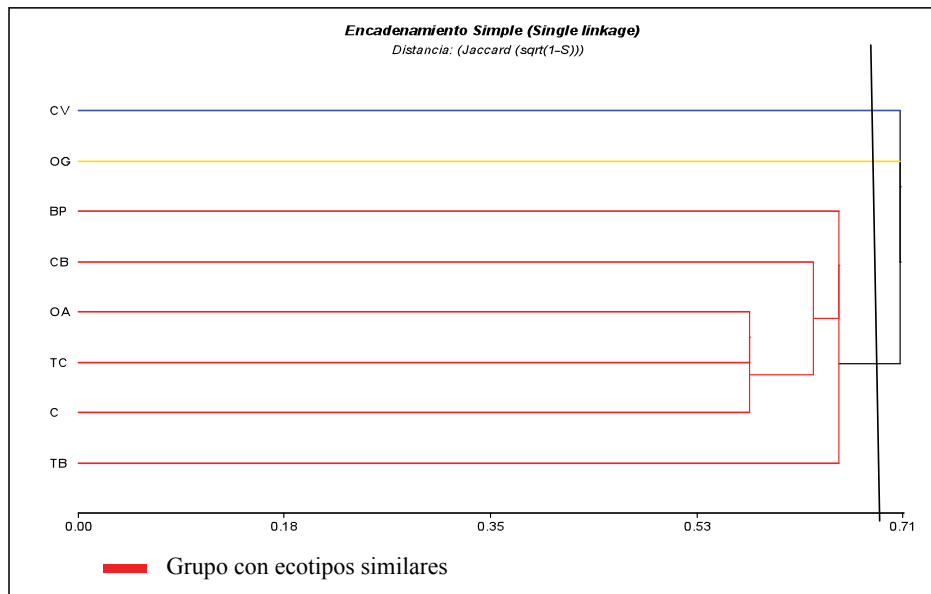


Figura 5. Dendrograma de ocho ecotipos locales de maní del sur de Bolivia, en función a 13 caracteres agromorfológicos, basado en el coeficiente de similitud de Jaccard.

El análisis de agrupamiento basado en el análisis de conglomerados (Fig. 5) que toma los caracteres cuantitativos, separa un solo grupo grande e indica que los ecotipos podrían agruparse entre *Tubito Bayo*, *Coloradito*, *Tubito colorado*, *Overo Atirimbia*, *Colorado Bartolo* y *Blanco paradito*. Estos ecotipos poseen morfología similar en cuanto a la mayor altura de las plantas y desarrollo foliar, tamaño y peso de los frutos. Además estas características pueden relacionarse con los agro ecosistemas de donde

proceden, por ejemplo, estos seis ecotipos cinco proceden del Municipio de Monteagudo (2 Pederal; 2 Huacareta, 1 Bartolo) y Blanco paradito, el único de otro de departamento (Beni), que sin embargo su relación en este grupo puede deberse al carácter agronómico de menor días para su de emergencia, entre los caracteres más sobresalientes.

Siendo que *Colorado el Villar* y *Overo Guarayo*, que no están en el grupo diferenciado son procedentes del

Villar, Municipio de Huacareta, que también pueden estar relacionados por los días de emergencia ya que justamente estas dos ecotipos fueron los más tardíos, además estos dos presentaron mayor peso de sus semillas. Para este estudio el color de la testa de los granos de maní no fue determinante en la separación o agrupación de los ecotipos, que es un carácter macado como se puede apreciar en el Anexo 1.

Discusión

Existe variación morfológica entre los ecotipos de maní evaluados que además fueron corroborados mediante un análisis de varianza para cada variable cuantitativa. Las características morfológicas mostraron variaciones significativas entre ecotipos e indican las diferencias para todos los caracteres estudiados. Estas diferencias agromorfológicas indican que esta base del germoplasma de maní, es una buena fuente para su uso en programas de mejoramiento para desarrollar mejores variedades locales que se adapte a las condiciones ambientales locales del departamento de Chuquisaca.

Las diferencias de los ecotipos de maní depende de las características morfológicas (p.e. tamaño de los foliolos, y altura de las plantas) y periodos de emergencia y maduración de los frutos (Chiyembekeza et al. 2003). Sin embargo la información proporcionada por los productores, reveló diferencias contrastantes por los tipos de frutos de acuerdo al color y tamaño de los frutos y semillas. En la región hay una marcada preferencia por los frutos de mayor tamaño, estas diferencias encontradas en los ecotipos silvestres y cultivados en el sur de Bolivia probablemente sean un reflejo del uso de diferentes criterios para la selección de frutos durante el proceso de domesticación de *A. hypogaea* (Gabriele et al. 2013), particularmente en la primeras etapas de este proceso de selección (Simpson 2003). No obstante que los frutos de *Blanco paradito* y *Tubito bayo* son relativamente pequeños, su sabor y color, revelan que es un fruto con calidad aceptable en comparación con frutos producidos por otras variedades de maní más importantes en el mundo.

El peso de los frutos registrados en *Overo Atirimbia*, *Colorado el Villar*, *Colorado Bartolo* y *Overo Guarayo* es similar y en algunos ecotipos superior al reportado en para Bolivia en variedades y parientes silvestres cultivadas en las Américas

(Martínez 2007, Ramos 2009). Bertoli (2006) refiere que el cultivo de *A. hypogaea* partir de parientes silvestres ha llevado a incrementar ciertos atributos de los frutos, sin embargo, en otras especies de maní que se han sometido a domesticación, han presentado incremento en el peso del fruto durante su domesticación (Boote 1982, Halwart et al. 1991).

Conclusiones

El análisis estadístico multivariado realizado fue útil para identificar la variabilidad entre los caracteres agromorfológicos evaluados y permitieron discriminar las características de los ecotipos además de distinguir las variables cuantitativas y cualitativas más divergentes de los ecotipos. Las características cuantitativas, caracterizados por la altura de las plantas, y desarrollo foliar medido en funcional tamaño de los foliolos, además del tamaño de las semillas y número de estas en las vainas contribuyeron en mayor medida a la explicación de la diversidad de los ecotipos evaluados. Las variables cualitativas que fundamentaron la diversidad de los ecotipos fueron el tipo de crecimiento, características de la superficie de los tallos y hojas de todos los ecotipos, y las características del color de las flores.

En la investigación destacan a los ecotipos *Tubito Bayo* y *Tubito Colorado* que sobresalieron por sus diferencias significativas en los caracteres agromorfológicos. Asimismo, los ecotipos *Tubito Bayo*, *Blanco Paradito*, *Tubito Colorado* y *Coloradito* fueron importantes por su mayor promedio de las variables altura de las plantas, longitud y ancho de foliolo; y días para la emergencia y maduración del fruto.

Se identificaron ecotipos con características agronómicas sobresalientes; El ecotipo *Tubito Bayo* fue la más precoz y el que obtuvo mayor número de vainas por planta, los ecotipos *Overo Atirimbia* y *Colorado el Villar* presentaron mayor peso de semilla por fruto lo que les convierte en cultivos promisorios de maní.

Referencias

- Bertoli D. J., G. Seijo, F.O. Freitas F. O. 2011. An overview of peanut and its wild relatives. *Plant Genet. Resour.* 9 134–149

- Bioersivity international. 2011. Libro rojo de parientes silvestres de cultivos de Bolivia. Ministerio de Medio Ambiente y Agua. Viceministerio de Medio Ambiente Biodiversidad y Cambios Climáticos.
- Blanco, E. 2013. Guía descriptiva de variedades de maníes de Bolivia. Fundación Valles.
- Boote, K.J..1982. Growth Stages of Peanut (*Arachis hypogaea* L.). Peanut Science: January 1982, Vol. 9, No. 1, pp. 35-40.
- Chiyembekeza A. J., P. Subrahmanyam , P.J.A. vander Merwe . 2001. Rural Prosperity is Nation's Economic Stability: A Partnership Approach to Attain Sustainable Production of Groundnut and Pigeonpea in Smallholder Agriculture for Quality Diet, Household Food Security, and Poverty Alleviation in Malawi. Quarterly Report (January to March 2001). Lilongwe: USAID, ICRISAT in partnership with The Ministry of Agriculture and Irrigation, Malawi.
- Dillon, W. & M. Goldstein. 1984. Multivariate analysis. Methods and applications. John Wiley, Hoboken, New Jersey. 587 p.
- FAO. 2013. Available at: <http://faostat.fao.org/> . Accedido en octubre 15, 2014.
- Halward, T.M., H.T. Stalket, E.A. Larue, G. Kochert. 1991. Gnetic variation detectable with molecular markers among unadapted germplasm resources of cultivated peanut and related wild species. Genome. 44 :1013-1020.
- ICRISAT. 1981. *ICRISAT Annual Report 1981*. Patancheru: International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics.
- IBPGR/ ICRASAT.1992. Descriptores para maní (*Arachis hypogaea*) Consejo Internacional de Recursos Filogenéticos Roma.
- IPGRI. 2001. Targenting PGR activities with GIS. International Plant Genetic Resources Institute. Thematic Report 2000-2001.
- Krapovickas, A., & W.C.Gregory.1994. Taxonomí'a del género *Arachis* (Leguminosae). *Bonplandia* 8:1-186.
- Krapovickas, A., R. O. Vanni, J. R. Pietrarelli, D. E. Williams & C. E. Simpson. 2009. Las razas de maní de Bolivia. *Bonplandia* 18(2): 95-189. ISSN: 0524-0476
- Krapovickas A, R.O. Vanni. 2010. The peanut from Lullaillaco. *Bonplandia* 18:51-55.
- Grabiele, M., L. Chalup, G. Robledo, G. Seijo. 2013. Genetic and geographic origin of domesticated peanut as evidenced by 5S rDNA and chloroplast DNA sequences. *Plant Systematics and Evolution*. June 2012, Volume 298, Issue 6, pp 1151-1165
- Martínez, C.R. 2007. Caracterización de la variabilidad agromorfológica de cultivares de maní (*Arachis hypogaea* L.), en la región oriental de Guatemala documento de graduación (ingeniero agrónomo) universidad de San Carlos de Guatemala.
- PDM. 2011. Plan de Desarrollo Municipal. Municipio Monteagudo, Chuquisaca Bolivia.
- PROPINPA. 2014. Informe técnicos. Documento PowerPoint en Congreso Nacional de Agrobiodiversidad, Santa Cruz, Bolivia.
- Ramos, L. 2009. Estudio poblacional de especies silvestres del género *Arachis* (maní) en Bolivia, trabajo de titulación (licenciatura en biología.) Cochabamba – Bolivia Universidad Mayor de San Simón Facultad de Ciencias y Tecnología. Carrera de biología.
- Rohlf, F. J. 1997. Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.0 Manual Applied Biostatistics Inc. New York.
- SENACYT. 2011. Memoria institucional. Fundación para el desarrollo tecnológico agropecuario de los Valles. Cochabamba Bolivia. 52 p.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. Servicio nacional de Áreas Protegidas, Bolivia.
- Simpson C. E., Starr J. L., Church G. T., Burrow M. D., Paterson A. H. 2003. Registration of NemaTAM Peanut. *Crop Sci.* 43 1561
- UICN. 2010. Preservando la semilla – Parientes silvestres de cultivos en las áreas protegidas. http://www.iucn.org/es/sobre/trabajo/programas/areas_protegidas. Accedido octubre 2014.
- Upadhyaya H. D., R. Ortiz , P.J. Bramel, S. Singh. 2003. Development of a groundnut core collection using taxonomical, geographical and morphological descriptors. *Genet. Resour. Crop Evol.* 50 139-148.
- Wang, X., S. Lui, H. Xia, S. Wan, C.Z.Zhao, A.Q.Li.2011. Peanut (*Arachis hypogaea* L.) Omics and Biotechnology in China. *Plant Omic Journal*. POJ 4(6):339-349.

Anexo

Ecotipos de maní (*Arachis hypogaea*): Blanco paradito (a), Coloradito (b), Colorado Bartolo (c) , Colorado del Villar (d), Overo Atirimbia (e), Overo Guarayo (f), Tubito Bayo (g), Tubito Colorado (h)



a) *Blanco Paradito*



b) *Coloradito*



c) *Colorado de Bartolo*



d) *Colorado del Villar*



e) *Overo Atirimbia*



f) *Overo Guarayo*



g) *Tubito Bayo*



h) *Tubito Colorado*

Plantas comestibles nativas y naturalizadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inño Chuquisaca Bolivia

Native and naturalized edible plants of the National Park and integrated managed area
Serranía del Inño

Winder Felipez Chiri^{1*}, Jorge Orias Soliz¹ & Martha Serrano Pacheco¹

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

*winder.felipezz@gmail.com

Resumen

Como aporte al conocimiento de la etnobotánica regional se reporta el registró de un total de 31 taxones vegetales nativos y naturalizados que son parte de la alimentación de la población del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inño localizado al noreste del departamento de Chuquisaca Bolivia. Las plantas se agrupan en 23 familias botánicas importantes en las comunidades, en su mayoría arboles (44 %), hierbas (13%) y arbustos (9%). Los frutos obtenidos para la alimentación representan el 62 % de las plantas usadas como son el “aratico o chirimoya de monte” (*Rollinia herzogii*), “sahuinto” (*Myrcianthes pseudomato*), “naranja agrio” (*Citrus aurantium*); “algarrobo, thaku o cupesi” (*Prosopis chilensis*), “murucuyá” (*Passiflora cincinnata*), “paltay o araza” (*Capparis prisca*) y la “gargatea” (*Vasconcellea quercifolia*), que según el conocimiento local son valoradas como plantas promisorias para ser incorporados en los agroecosistemas agrícolas y sistemas agroforestales.

Palabras clave: Agroecosistemas, aprovechamiento, conocimiento local, plantas promisorias.

Abstract

As support to the regional ethnobotanical knowledge, 31 native and naturalized plant taxa are reported which are part of the diet of the population of the Serranía del Inño National Park and Integrated Natural Area of management, located in the northeast of the Department of Chuquisaca, Bolivia. The plants are grouped in 23 botanical families which are important in the communities, where in the major group are trees (44%), herbs (13%), and shrubs (9%). Edible fruit obtained represent 62% of the plants used such as “aratico” and “cherimoya de monte” (*Rollinia herzogii*); “sahuinto” (*Myrcianthes pseudomato*), “naranja agrio” (*Citrus aurantium*); “algarrobo, thaku o cupesi” (*Prosopis chilensis*), “murucuya” (*Passiflora cincinnata*), “paltay o araza” (*Capparis prisca*), and the “gargatea” (*Vasconcellea quercifolia*), that are valued as potential plants to be incorporated in agricultural ecosystems and agroforestry systems, according to perspectives and local knowledge.

Key words: Agroecosystems, local knowledge, potential plants, use.

Introducción

La diversidad agro-productiva está determinada por las características etnoculturales (Meyer 1938, Dimitri 1987, Hilgert & Gil 2005), los medios de vida y por el acceso y manejo de los recursos naturales disponibles (Martínez 2008). Varias de las especies nativas comestibles, ahora cultivos convencionales pasaron por procesos de domesticación para ser incorporados en los agroecosistemas tradicionales de subsistencia y mercadeo por los agricultores, como es el caso del género *Citrus* L. (Rutaceae, Aurantioideae), que tiene una larga historia de domesticación con varias especies cultivadas, muchas de estas se han naturalizado en las zonas cálidas del mundo (Saaman 1982, Mabberley 2004).

Varietades de alto rendimiento usadas hoy en día por la industria y la agricultura son posibles gracias a la variabilidad genética presente en los cultivos tradicionales y en las poblaciones naturales (Perry et al. 2006, Van Deynze et al. 2007, Wang et al. 2008). En ese contexto, especies de plantas silvestres bolivianas están siendo aprovechadas y promocionadas en el mercado (Vásquez & Coimbra 2002), así como especies de cultivos económicamente importantes (Pickersgill 1989, Toledo 2002) como el maní (*Arachis hypogaea*) y ají (*Capsicum spp.*) que fueron incorporados tradicionalmente por los agricultores chuquisaqueños en los agroecosistemas por sus diferentes formas de uso y propiedades alimenticio y nutricional.

Existen varios reportes de estudios etnobotánicos a nivel regional que rescatan el conocimiento y las nuevas perspectivas de aprovechamiento de las plantas comestibles nativas y naturalizadas, con sus diferentes formas de uso que podrían pasar por los procesos para la inclusión a los agroecosistemas (Hilgert 2007). Entre tanto, la información básica obtenida de los estudios de sobre las especies económicamente importantes en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño (Choque 2010, Carretero 2011, Jiménez 2011), muestran el potencial de uso y aprovechamiento de estas especies que constituyen una herramienta importante para la implementación de medidas adecuadas para su conservación efectiva y su manejo a largo plazo, como otras especies de la biodiversidad de Bolivia (Murakami & Zenteno 2006).

Por tanto, las plantas comestibles nativas y naturalizadas tienen un futuro prometedor de inclusión a los sistemas tradicionales como estrategia para la conservación de los ecosistemas naturales (VMABCC-BIOVERSITY 2009). De esta manera, la presente revisión tuvo como objetivo sistematizar los trabajos y estudios relacionados al uso y conocimiento de plantas nativas comestibles en las comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño para generar: 1) un listado plantas comestibles nativas y naturalizadas 2) registrar sus formas de uso, y 3) analizar la valoración de las plantas comestibles nativas y naturalizadas por las comunidades que son parte de esta importante área protegida de Chuquisaca.

Materiales y Métodos

Organización de la información etnobotánica

Se realizó la búsqueda y revisión exhaustiva de bibliografía para la recopilación de información de las plantas nativas y naturalizadas comestibles. Esta revisión contemplo información histórica de diferentes estudios y trabajos de realizados principalmente en el bosque Tucumano Boliviano, que involucra la región del Subandino (Michel 2011) particularmente en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. El proceso de sistematización de la información fue a partir de: a) documentos de tesis de maestría de Serrano (2003) y Carretero (2005); documentos de tesis de investigación etnobotánica de nivel licenciatura, entre estos se tomó información de Choque (2009), Coronado (2010), Felipez (2010), Orias (2010), Terán (2010), & Huaylla (2012); trabajos de investigación de Carretero et al. (2007) y Felípez et al. (2012) y otras publicaciones de Serrano y Terán (1998), Serrano (1998), Carretero et al. (2011) y Jiménez et al. (2011).

De esta manera se tuvo acceso y disponibilidad de información de ocho bases de datos, que corresponden a los estudios etnobotánicos mencionados, que en el método original tomó en cuenta a 182 informantes o colaboradores locales distribuidos entre 85 mujeres y 95 hombres jefes de familia de ocho comunidades del PN ANMI Serranía el Iñaño.

Listado de las plantas comestibles nativas y naturalizadas

Se registró que todos los autores para la conformación de la base de datos etnobotánica, los utilizaron el método de “Listado libre” de Carretero et al. (2007, 2011) que consiste en solicitar información a los colaboradores locales sobre el uso y conocimiento de las plantas comestibles nativas y naturalizadas, empleando la siguiente pregunta ¿qué plantas del monte utiliza y conoce para la alimentación?. Con base a los nombres proporcionados en el listado libre, procedieron a realizar las colectas botánicas y depositaron en el Herbario del Sur de Bolivia (HSB), todas las plantas fueron ordenadas taxonómicamente, homogenizadas y confrontadas con TROPICOS W3. Las muestras de los especímenes en estudio, están en la colección de agrobiodiversidad de la Facultad de Ciencias Agrarias, para consultas del material de referencia.

Para este análisis de las plantas nativas y naturalizadas, se reordenaron las bases de datos acogiendo el sistema de clasificación del APG-III (2003) (Angiosperm Phylogeny Group III system), anteriormente las bases de datos estuvieron ordenadas bajo el sistema de clasificación de Cronquist (1981, 1988). Se filtró la información de ocho bases de datos etnobotánicas estandarizadas, tomando en cuenta solo las especies con mayor a diez reportes, entre el uso actual y que solo conocía la especie. Estos datos fueron ordenados en familias, especies y nombres comunes, además se muestra información del número de especies según el hábito de crecimiento (árbol, arbusto, trepadora, cactus, suculenta y hierba), las partes utilizadas de las plantas y las formas de uso.

Análisis de Componentes Principales - CPA

Para determinar si existía correlación entre las variables representadas por las diferentes formas de uso de las plantas y los ecosistemas (seco y húmedo) donde están asentadas las comunidades, se empleó el CPA. Para tal efecto, se clasificó a las ocho comunidades en ecosistema húmedo (Entierrillos, Las Frías, Timboy Pampa y Ticucha) y ecosistema seco

(Azero Norte, Bella Vista, Iripiti, y Monte Grande), también, se tomó en cuenta, los reportes de las formas de uso categorizados en: uso como cuajo, colorante, clarificante (de agua), dulcificante, fermento, refresco y té; también se discriminó en el análisis el estado de uso de las plantas (cocido y crudo). Para el análisis final del CPA se utilizó el programa estadístico PAST, donde genero siete componentes principales con rangos de varianza expresadas en porcentaje del primer componente fue de 48.4% y el segundo 25.3% y sumados alcanzaron a 73% de la varianza.

Valoración de plantas comestibles nativas

Para identificar cuál de las especies tiene mayor importancia según los reportes de uso, se utilizó el Índice de Valor de Importancia de Byg et al. (2001), la fórmula aplicada fue $IVs = n_{is}/n$, donde: IVs = índice de valor de importancia, n_{is} = número informantes que consideran más importante la especie y n = número total de informantes, donde los valores oscilan entre 0 y 1.

Resultados

Listado de plantas comestibles nativas y naturalizadas

La sistematización de las bases de datos, reportó 31 especies comestibles nativas y naturalizadas, agrupadas en 23 familias botánicas en las ocho comunidades del la PN-ANMI Serranía del Ñaño (Tabla1). Los nombres comunes de los especies están descritas según el reporte de cada informante o colaborador local. En el listado por ejemplo la chirimoya de monte o aratico, representan a una sola especie (*Rollinia herzogii*) por supuesto, muchas de las especies solo tienen un nombre común como el Sahuinto (*Myrcianthes pseudomato*).

El hábito y forma de crecimiento de las plantas comestibles nativas, esta mayoritariamente representado por árboles (44%), de hierbas (16%), arbustos (13%), los cactus y suculentas (13%) y trepadoras (9%), y el resto representan menos del 4% como se observa en la Figura 1.

Tabla 1. Plantas comestibles nativas y naturalizadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño: familias botánicas, nombre científico, nombre común y hábito de crecimiento.

Familia	Nombre Científico	Nombre común	Hábito y forma de crecimiento
Annonaceae	<i>Rollinia herzogii</i>	Chirimoya /Aratico	Árbol
Arecaceae	<i>Syagrus cardenasii</i>	Janchicoco	Palmera
Fabaceae	<i>Inga marginata</i>	Pacay chico	Árbol
Fabaceae	<i>Prosopis chilensis</i>	Algarrobo/Thaku/Cupesi	Árbol
Fabaceae	<i>Inga adenophyla</i>	Pacay grande	Árbol
Jungladaceae	<i>Junglas australis</i>	Nogal	Árbol
Moraceae	<i>Maclura tintorea</i>	Morilla	Árbol
Myrtaceae	<i>Myrcianthes pseudomato</i>	Sahuinto	Árbol
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	Wawincho/Karkawawincho	Árbol
Myrtaceae	<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	Árbol
Rutaceae	<i>Citrus aurantium</i>	Naranja agria	Árbol
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Frutilla / pita pita	Árbol
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum genocarpum</i>	Aguay	Árbol
Bixaceae	<i>Bixa orellana</i>	Uruku/Achiote	Arbusto
Capparidaceae	<i>Capparis prisca</i>	Paltay/Araza	Árbol
Caricaceae	<i>Carica quercifolia</i>	Gargatea	Árbol
Ulmaceae	<i>Celtis pubescens</i>	Satajchi/Chichapi	Arbusto
Cactaceae	<i>Monvillea sp.</i>	Ulala	Cactu
Cactaceae	<i>Opuntia cf. brasiliensis</i>	Tuna/Tunilla	Cactu
Cactaceae	<i>Cleistocactus samaipatanus</i>	Piska luru	Cactu
Bromeliaceae	<i>Bromelia serra</i>	Carahuata/Carqueja	Suculenta
Bromeliaceae	<i>Tillandsia tenuifolia</i>	Khayara	Epífita
Chenopodiaceae	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	Paico	Hierba
Lythraceae	<i>Ly sp 1</i>	Palillo del monte	Hierba
Piperaceae	<i>Piper elongatum</i>	Matico	Arbusto
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	Hierba
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum var baccatum</i>	Arivivi	Hierba
Solanaceae	<i>Capsicum eximium</i>	Ulupica	Hierba
Verbenaceae	<i>Aloysia cf. febrigi</i>	Poleo	Arbusto
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea multispicata</i>	Karati/Sipope	Trepadora
Passifloraceae	<i>Passiflora cincinata</i>	Murucuya	Trepadora
Rosaceae	<i>Rubus boliviensis</i>	Zarzamora	Trepadora

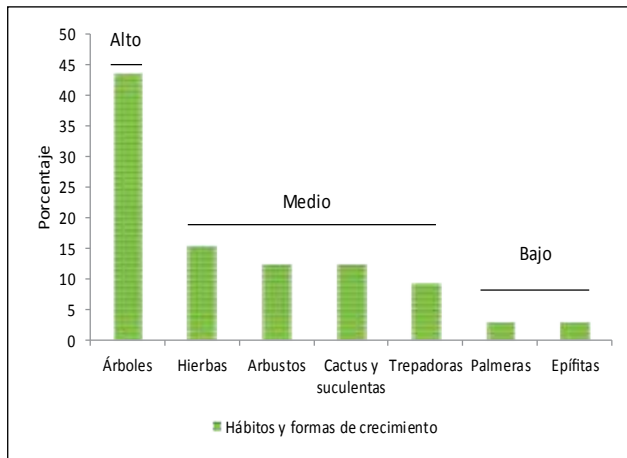


Figura 1. Hábito y forma de crecimiento de las plantas comestibles nativas y naturalizadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao.

Las modos de usos de las plantas comestibles son muy variados según el informante, tienen relación con la parte usada de las especies reportadas. El 35% de los pobladores de las comunidades consumen las plantas como té (infusión), 23% utilizan como clarificante de agua, el 13% para elaborar cuajo y refresco (Fig. 2).

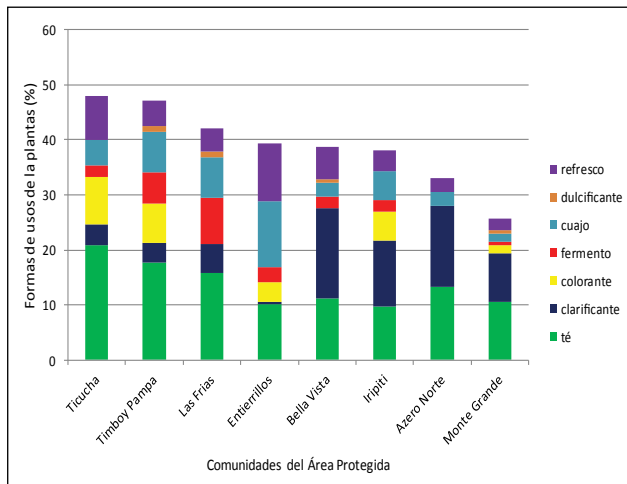


Figura 2. Modo de uso de las plantas comestibles nativas y naturalizadas en las comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao.

Los organos usados de las especies reportadas como muestra la Figura 3, indica que los frutos (62%) son los más importantes y frecuentemente utilizados, las raíces 9%, luego están los tallos y hojas ambos con 3%, siendo que en promedio el 23% de los pobladores de las comunidades de la Serranía del Iñao, utilizan

las plantas en estado cocido y el 77% en un estado crudo (Fig. 4).

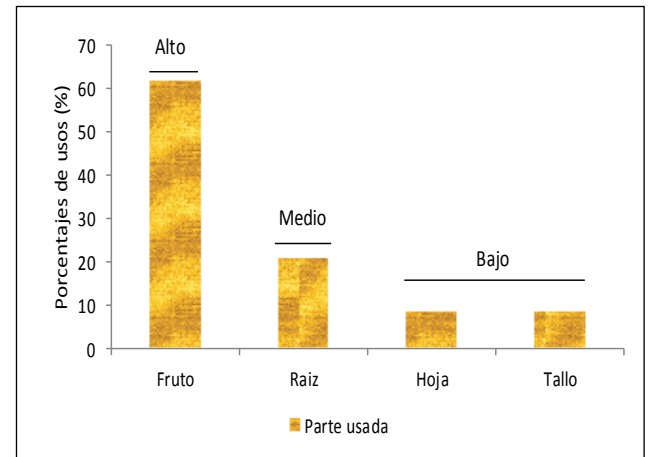


Figura 3. Organos usados de las plantas comestibles nativas y naturalizadas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, expresadas en porcentaje.

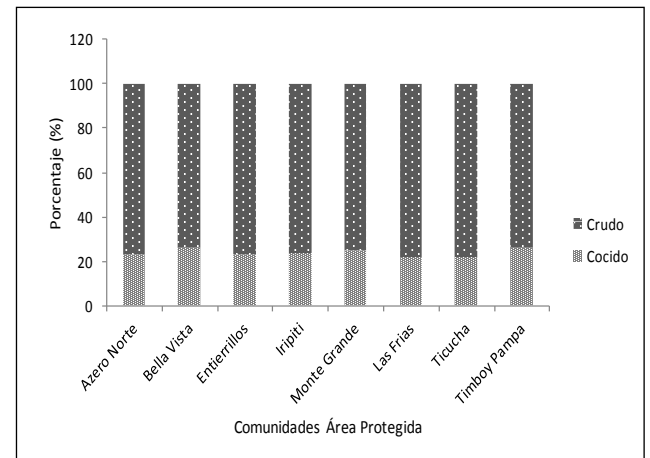


Figura 4. Relación del estado de consumo de las plantas comestibles nativas y naturalizadas en las comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao.

Análisis de Componentes Principales-CPA

El análisis de componentes principales, realizado para analizar la relación entre modos de uso, su estado de consumo de las plantas (cocido y crudo) y las comunidades de la Serranía del Iñao asentadas en los ecosistemas seco y húmedo, muestran una correlación positiva (Fig. 5). Los pobladores de la comunidad de Ticucha y Entierriillos utilizan las plantas como cuajo (queso), colorante, té (mate, infusión) y refresco; como dulcificante y fermento por los pobladores de Las Frías y Timboy Pampa. También se observa

una correlación negativa de uso de plantas por los pobladores locales asentados en ecosistemas secos que tiene mucha influencia de los ecosistemas de Chaco, donde geográficamente están Iripiti, Bella Vista, Azero Norte y Monte Grande es frecuente el uso de plantas con propiedades clarificantes y entre estas son importantes las cactáceas.

Valoración de las Plantas Comestibles Nativas

El análisis del índice de valor de importancia (IVI), nos muestra el ranking de importancia con base al número de reportes en las ocho comunidades, donde la primera especie con mayor número de reportes

fue el Sahuinto (*Myrcianthes pseudomato*) que tiene 0.89 de importancia, siendo las principales formas de uso de esta especie en té, colorante, fermento, refresco (crudo y cocido), seguido del Aguay (*Chrysophyllum genocarpum*) con 0.76 de importancia, o el uso de esta especie se realizó despues de la cocción del fruto, además es usado en té, cuajo y dulcificante. También se observan especies con menor reporte de uso y conocimiento como la Murucuyá (*Passiflora cincinata*) y Paltay/Araza/ (*Capparis prisca*) que tienen menor importancia según las categorías de uso y el número de reportes de los pobladores locales.

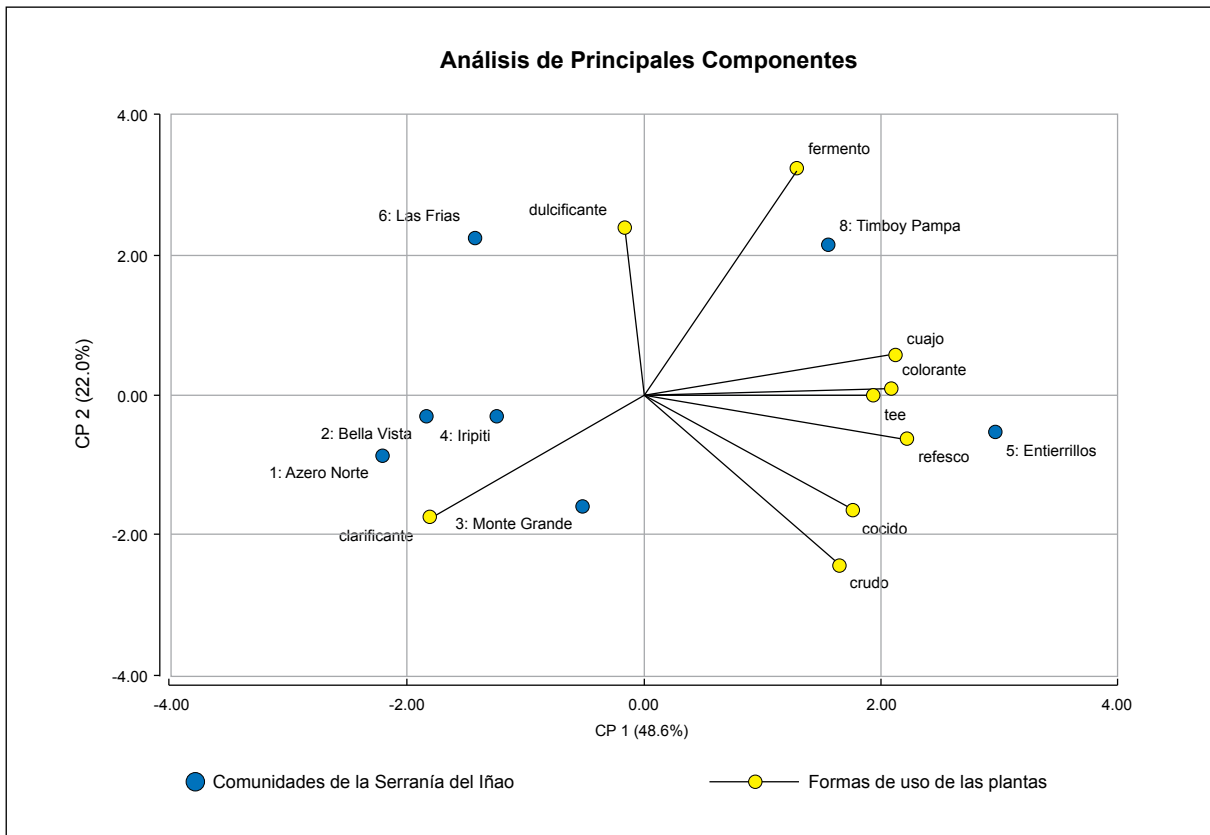


Figura 5. Análisis de Componentes Principales CPA: Correlación realizada entre las formas y estado de consumo de las plantas y las comunidades asentadas en ecosistemas húmedo y seco.

Tabla 2. Índice de Valor de Importancia – IVI que denota el Nombre Común, Nombre Científico y Ranking de Importancia.

Nombre común	Nombre científico	IVI	Formas de uso y estado de consumo de las plantas
Sahuinto	<i>Myrcianthes pseudomato</i>	0.89	T*,Co*,Fe*,Re*,C*,Cr*
Aguay	<i>Chrysophyllum genocarpum</i>	0.76	T*,Cu*,Du*,C*,Cr*
Naranja agria	<i>Citrus aurantium</i>	0.52	T*,Fe*,Cu*,Re*,
Zarzamora	<i>Rubus boliviensis</i>	0.43	T*,Fe*,Re*,C*,Cr*
Karati/Sipope	<i>Dioscorea multispicata</i>	0.29	Cu*, C*, Cr*
Pacay chico	<i>Inga marginata</i>	0.27	C*,Cr*
Algarrobo/Thaku/Cupesi	<i>Prosopis chilensis</i>	0.24	Fe*,Du*,Re*,C*,Cr*
Chirimoya /Aratico	<i>Rolinia herzogii</i>	0.23	Re*,Cr*
Pacay grande	<i>Inga adenophylla</i>	0.23	Cr*
Matico	<i>Piper elongatum</i>	0.22	T*,Cr*
Carahuata/Carqueja	<i>Bromelia serra</i>	0.20	Cl*,Fe*,Cu*,Du*,Cr*
Nogal	<i>Junglas australis</i>	0.17	,Cr*
Paltay/Araza	<i>Capparis prisca</i>	0.17	T*,C*,Cr*
Gargatea	<i>Vasconcellea quercifolia</i>	0.17	Cu*,Du*,C*,Cr*
Morilla	<i>Machura tintorea</i>	0.15	T*,Cl*,Fe*,C*,Cr*
Wawincho/Karkawawincho	<i>Eugenia involucrata</i>	0.14	Fe*,C*,Cr*
Guayabo	<i>Psidium guajava</i>	0.14	T*,Fe*,Re*,C*,Cr*
Paico	<i>Chenopodium ambrosioides</i>	0.13	T*,Co*,Re*,Cr*
Uruku/Achiote	<i>Bixa orellana</i>	0.12	Co*
Murucuya	<i>Passiflora cincinnata</i>	0.12	T*,Co*,Fe*,Re*,Cr*
Poleo	<i>Aloysia cf fiebrigii</i>	0.11	T*
Janchicoco	<i>Syagrus cardenasii</i>	0.10	Cr*
Ulala	<i>Monvillea sp.</i>	0.10	Cl*,Cr*
Palillo del monte	<i>Ly spl</i>	0.10	Co*
Arivivi	<i>Capsicum baccatum var baccatum</i>	0.10	Cr*, C*
Ulupica	<i>Capsicum eximium</i>	0.10	Cr*, C*
Khayara	<i>Tillandsia tenuifolia</i>	0.09	Cl*
Tuna/Tunilla	<i>Opuntia cf. brasiliensis</i>	0.08	Cl*,Cr*
Motobobo	<i>Lycianthes asarifolia</i>	0.08	Cu*,Du*,C*,Cr*
Frutilla / pita pita	<i>Allophylus edulis</i>	0.07	Fe*,Re*,Cr*
Satajchi/Chichapi	<i>Celtis pubescens</i>	0.07	T*,Cr*
Piska luru	<i>Cleistocactus samaipatensis</i>	0.07	Cl*,Cr*

Forma de uso: T*=Té; Co*=Colorante; Fe*= Fermento; Re* =Refresco; Du*=Dulcificante; Cl*=Clarificante.
 Estado de la planta: C*=Cocido; Cr*=Crudo.

Discusión

El listado de las 31 plantas comestibles nativas y naturalizadas del PN ANMI Serranía del Iñao, está relacionado con el reporte de 27 especímenes comestibles o alimenticios de Araujo-Murakami et al. (2006), estudio realizado en el PN-ANMI Madidi, además del estudio de Sanjines et al. (2006), que reporta 20 especímenes nativos comestibles de los Andes Centrales (Bolivia, Ecuador y Perú), que actualmente son cultivadas y requeridas en mercados europeos. El análisis del hábito de crecimiento de las plantas registradas en los estudios etnobotánicos de referencia indican que los arboles tienen una mayor connotación, que es concordante con los reportes obtenido en el PN-ANMI Serranía Iñao, donde los frutos también son los órganos de las plantas más aprovechadas por los pobladores locales.

El análisis de componentes principales con el cual se analizó los modos de uso y los ecosistemas categorizados, muestra que existe una relación con el estudio de plantas biopurificadoras de agua realizado en una comunidad de bosque seco del bosque Tucumano Boliviano de Orias et al. (2012), donde además las plantas nativas utilizadas pertenecen a la familia de las cactáceas. Por otro lado, las especies nativas y naturalizadas utilizadas en estado crudo por los pobladores locales muestran un vínculo entre comunidades de bosque húmedo y seco de la Serranía del Iñao. Sin embargo, el estado de consumo crudo tiene mayor representación y está basado en los gustos y preferencias por los pobladores locales y el aprovechamiento los frutos de acuerdo a la época del año, mismos que también se sustenta con los estudios de la ecología de estos bosques realizado por Serrano (2003), y otros con objetivos etnobotánicos como Carretero et al. (2007), Jiménez et al. (2011) y Felipez et al. (2012).

La valoración de plantas nativas y naturalizadas comestibles, por los modos de uso, nos indica cuales especies tienen el potencial para incorporarse a los agroecosistemas tradicionales como la Chirimoya del monte/Aratico (*Rolinia herzogii*), Naranja agria (*Citrus aurantium*), Algarrobo/Thaku/Cupesi (*Prosopis alba*) y muchos otros que pueden ser aprovechados de manera agroindustrial no solo como una alternativa para diversificar la alimentación, sino también para generar ingresos económicos. Si bien el proceso de aprovechamiento e incorporación de las

plantas nativas útiles a un agroecosistema requiere apoyo de entidades de desarrollo, investigación y otras empresas para avanzar en la iniciativa, no resultara nada novedoso llevarlo a un nivel agroindustrial, donde el fruto del Algarrobo (*Prosopis chilensis*) que es aprovechado por pobladores locales del bosque Tucumano Boliviano y otros ecosistemas secos de Latinoamérica (Capparelli 2007), es preparado por ejemplo en refresco, chicha y otros. Estas especies actualmente están siendo incorporadas a sistemas agroforestales sucesionales por el Proyecto BEISA 3 para su aprovechamiento y conservación.

Conclusiones

La sistematización de la información de las ocho comunidades que son parte del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao indica que se tienen 31 plantas nativas comestibles identificadas en las comunidades, en su mayoría arboles con (44%), los órganos más usados fueron los frutos (62%). Las comunidades asentadas en ecosistemas secos están relacionadas con el conocimiento y la aplicación de las plantas nativas con usos especiales como el uso para clarificar el agua. En ambos ecosistemas (seco y húmedo) las plantas se consumen mayormente en estado crudo.

Las especies con mayor número de reportes según el uso y conocimiento local para ser incorporados a los agroecosistemas son: la Chirimoya del monte/Aratico (*Rolinia herzogii*), Sahuinto (*Myrcianthes pseudomato*), Naranja agria (*Citrus aurantium*), Algarrobo/Thaku/Cupesi (*Prosopis chilensis*), Murucuya (*Passiflora cincinnata*), Paltay/Araza/palto (*Capparis prisca*), Gargatea (*Vasconcellea quericifolia*) y Chirimoya del monte/Aratico (*Rolinia herzogii*).

Se recomienda que el listado que reporta las potencialidades, atributos y las características de las plantas de este estudio puedan ser tomadas en cuenta e incorporadas en los huertos familiares para promocionar e incentivar la agricultura familiar, y en situaciones de mayor organización de las comunidades en cultivos extensivos que tendría que complementarse con estudios que favorezcan a mejorar el aprovechamiento y conservación de estas especies; sus parientes silvestres, mercado, estudios de fitomejoramiento y otros que puedan servir a los planes de manejo de las especies, donde la finalidad

es diversificar la alimentación y generar ingresos económicos y conservar la diversidad genética que se tiene en Chuquisaca y Bolivia.

Agradecimientos

Se agradece a todo equipo técnico y becarios del proyecto BEISA 2 y 3 de la Facultad de Ciencias Agrarias Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, por permitirnos el uso de base datos generados en el marco de estos proyectos, a los pobladores locales de las comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñao. Y nuestro reconocimiento al avance conceptual y metodológico logrado por el Ing. Alain Carretero quien asesoró las investigaciones de base mencionados para esta investigación.

Referencias

- Altieri, M. & C. Nicholls. 2004. Una base agroecológica para el diseño de sistemas diversificados de cultivo en el Trópico. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica) No. 73 8-20.
- Araujo-Murakami, A. & F. Zenteno. 2006. Bosques de los Andes orientales de Bolivia y sus especies útiles. Botánica Económica de los Andes Centrales. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 146-161.
- Balslev H. & A. Noruega. 2005. Plantas útiles y conocimiento local en comunidades de la Reserva Biológica Indio Maíz, Rio San Juan, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente Informe Proyecto Investigación, Biodiversidad, Ecología y Sociedad (IBESo)/UNA/PASMA. 6-22.
- Capparelli, A. 2007. Los productos alimenticios derivados de *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz y *P. flexuosa* DC. Fabaceae en la vida cotidiana de los habitantes del NOA y su paralelismo con el algarrobo de Europa. *Kurtziana* 33(1) 103-120.
- Carretero, A., M. Jiménez, V. Chávez, L. Ocampo, C. Rivadeneira & N. Araujo. 2007. Identificación de Especies Potenciales para el Biocomercio Sostenible en Municipios del Chaco y los Cintis de Chuquisaca, Santa Cruz de la Sierra – Bolivia. FAN. 1-31.
- Carretero, A. 2005. Plantas útiles y de los conocimientos tradicionales. En la selva Tucumano-Boliviano Thesis M. Sc. Institute of Biological Science University of Aarhus-Denmark
- Carretero, A., M. Serrano. & A. Vildoza. 2007. Valoración Comunitaria de las Plantas útiles en Tentayapi. 3ra Feria Exposición de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sucre - Bolivia.
- Carretero, A., M. Jiménez, J. Orías, J. Gutiérrez, W. Felipez, M. Nina & H. Terán. 2011. Evaluación de la Importancia desde la Perspectiva Comunitaria. Fascículo II. Guía de Plantas Útiles. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñao. Herbario del Sur de Bolivia, Proyecto BEISA - 2. Sucre, Bolivia.44.
- Choque, M. J. 2009. Valoración cultural e identificación de flora nativa promisorias desde la perspectiva comunitaria en el bosque sub-húmedo Boliviano-Tucumano del PN-ANMI Serranía del Ñao Luis Calvo, Dpto. Chuquisaca. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 2. Sucre. 78.
- Choque, M. 2010. Identificación y valoración de la flora nativa desde la perspectiva comunitaria en dos comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñao, Chuquisaca Bolivia. En: S.G. Beck, N. Paniagua, R. López, y N. Nagashiro (Ed). Simposio XXX Aniversario, Instituto de ecología. Universidad Mayor de San Andrés. Manejo y Aprovechamiento de flora y fauna. 303-313.
- Córdoba, L. & F. García. 2011. Inventario y etnobotánica de especies frutales silvestres comestibles En el municipio de Chocó, Colombia. Investigación, Biodiversidad y Desarrollo. Colombia. 23-31.
- Coronado, V. 2010. Riqueza, diversidad, estructura y uso de los bosques mónicos secundarios en la micro-cuenca Tartagalito del PN-AMI serranía del Ñao, Luis Calvo del Dpto. Chuquisaca. Tesis de Grado para Obtener el Título de Ingeniera en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 2. Sucre. 107.

- Cronquist, A. 1981. An integrated system of classification of flowering plants. Columbia University Press, Nueva York.
- Cronquist, A. 1988. The evolution and classification of flowering plants. 2^a edition. New York Botanical Garden, Bronx.
- Dimitri, M.J. 1987. Enciclopedia Argentina de agricultura y jardinería. Tercera edición Tomo I. Editorial Acme S.A. C.I. Buenos Aires, Argentina. 651.
- Felipez, W. 2010. Identificación y valoración cultural de plantas nativas útiles con potencial económico en las Comunidades de Iripiti y monte Grande del PN ANMI -Serranía del Ñaño del Departamento de Chuquisaca. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA2. Chuquisaca. 77 .
- Felipez, W. 2012. Plan de Negocios y Estrategias de Aprovechamiento de Especies Promisorias de las Comunidades del Área de Trabajo del Proyecto BEISA 3, Informe Consultoría, Proyecto BEISA 3, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre Bolivia.
- Hilgert, N. I. & G. E. Gil. 2005. Traditional Andean agriculture and changing processes in the Zenta River Basin, Salta, Northwestern Argentina. *Darwiniana* 43(1-4): 30-43
- Hilgert, N. I. 2007. Plantas silvestres, ámbito doméstico y subsistencia, en A.D. Brown, M. García Moritán, B. N. Ventura, N. I. Hilgert, L. R. Malizia (eds.). Finca San Andrés. Un espacio de cambios ambientales y sociales en el Alto Bermejo. pp.187-228. Tucumán, Argentina.
- Huaylla, I. 2012. Evaluación etnobiológica de especies silvestres del género *Capsicum* en tres comunidades del parque nacional, área natural de manejo integrado (PN-ANMI) Serranía del Ñaño. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 3. Sucre. 99.
- Jiménez, M., A. Carretero, J. Orias, R. Lozano & E. Cervantes. 2011. Descripción botánica y usos. Fascículo III. Guía de plantas útiles. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. Herbario del Sur de Bolivia, Proyecto BEISA 2. Sucre, Bolivia. 124.
- Martínez, R. 2008. Agricultura tradicional campesina: características ecológicas. *Tecnología en Marcha*, Vol. 21, N.º 3, 3-13.
- Mabberley, D. J. 2004. *Citrus* (Rutaceae): A review of recent advances in Etymology, Systematics and Medical applications. *Blumea* 49: 481-498.
- Orias, J. 2010. Uso actual y valor cultural de las plantas nativas útiles en las Comunidades de Entierillos y Santiago de Las Frías del PN-ANMI Serranía del Ñaño del Dpto. Chuquisaca. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA2. Chuquisaca. 57.
- Orias, J., J. Manuel, A. Cordero, W. Felipez. 2012. Análisis de la eficacia de plantas bio purificadoras del agua para consumo humano en la comunidad Guaraní de Tabayerupa, Municipio Huacaya. *Revista Ciencia, Tecnología e Innovación*. Diciembre 2012. Volúmen 6, Número 6 377-382.
- Perry, L., D.H. Sandweiss, D.R. Piperno, K.Rademaker, M.A. Malpass, A. Umire, P. de la Vera. 2006. Early maize agriculture and interzonal interaction in southern Peru. *Nature*, 440: 76-79.
- Pickersgill, B. 1989. Cytological and genetical evidence on the domestication and diffusion of crops within the Americas. In: Foraging and Farming: The evolution of plant exploitation. D R Harris, G C Hillman (eds). Unwin Hyman, London.: 426-439.
- Quinlan, M. 2005. Considerations for Collecting Freelists in the Field: Examples from Ethobotany. *Field Methods*, Vol. 17 (3). 219-234.
- Meyer T. 1938. Árboles de frutos comestibles de indígenas del noreste argentino. *Lilloa*. 3: 233-42.
- Michel, J.A. 2011. Aspectos físicos de Chuquisaca. En: Pueblos y Plantas de Chuquisaca. BEISA 2. Universidad Mayor Real y Pontificia e San francisco Xavier de Chuquisaca 3-13.
- Samaan, L. G. 1982. Studies on the origin of Clementine tangerine (*Citrus reticulata* Blanco). *Euphytica* 31: 167-173.
- Serrano M. & J. Terán. 1998. Identificación de Especies Vegetales en Chuquisaca, Teoría, Practica y Resultados; Herbario Chuquisaca (HSB). herbchq@hotmail.com Sucre-Bolivia.

- Serrano, M. 1998. Guía de Árboles y Arbustos de Chuquisaca. Microherbario editado por Field Museum Botanical Garden. Tomos I y II. Chicago Illinois, USA.
- Serrano, M. 2003. Estructura y Composición de Bosques Montanos Subtropicales y sus Implicaciones para la Conservación y el Manejo de los Recursos Forestales Serranía del Iñao, Bolivia. Tesis de Maestría. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 15 -17.
- Terán, H. 2010. Valoración cultural de las plantas silvestres útiles en las comunidades de Azero Norte y Bella Vista del PNANMI-Serranía del Iñao, Chuquisaca. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA 2. Sucre. 127.
- Toledo, V.M. 2002. Ethnoecology. A conceptual framework for the study of indigenous knowledge of nature, en J. R. Stepp, F. S. Wyndham & R. K. Zarger (eds.). Ethnobiology and biocultural diversity. Athens (Georgia, USA): University of Georgia Press. 3-10.
- Vásquez, R., & G. Coimbra. 2002. Frutas silvestres comestibles de Santa Cruz. Gobierno Municipal de Santa Cruz de la Sierra (Ed.). FAN. Universidad de Texas. 267 .
- Wang, J.X., T.G. Gao, S. Knapp. 2008. Ancient literature reveals pathways of eggplant domestication". *Ann. Botany*, 102: 891-897.
- VMABCC-BIOVERSITY. 2009. Libro Rojo de Parientes Silvestres de Cultivos de Bolivia. PLURAL Editores. La Paz. 344.

Registro de nuevos taxones de avispas parasitoides (Hymenoptera) como enemigos naturales para el control de plagas en los cultivos de maní y ají

Register of new taxa of parasitoid wasps (Hymenoptera) as natural enemies for pest control in the crops of peanut and chili pepper

Ariel Angel Cespedes Llave^{1*} & Roberto Acebey Aldunate¹

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla Postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre-Bolivia.

* scotigera@gmail.com

Resumen

Se realizó la revisión de especímenes de avispas parasitoides procedentes de la investigación de insectos asociados a los cultivos en dos comunidades del área protegida PN-ANMI Serranía del Iñaño, teniendo como base una colección científica de avispas usando métodos estandarizados de preparación y conservación de insectos. Además se incorporó información a la base de datos de entomología agrícola, que contiene información biogeográfica, taxonómica y agronómica. Se colectaron 226 especímenes, entre los cuales se identificaron 20 familias, 24 subfamilias y 42 taxones. Existe alta diversidad de avispas parasitoides, registrándose mayor número en las comunidades de Las Casas y Zapallar. Con base en el análisis general de todas las avispas parasitoides registradas, se estima que se han evaluado un 66% del número de especies esperadas. Se han identificado tres familias potenciales para el uso como controladores biológicos de insectos plaga en los cultivos de maní y ají. Con la información generada, se cuenta con una línea de base, que pone en conocimiento la existencia de taxones potenciales que pueden ser utilizados para el biocontrol de insectos plaga en cultivos de maní y ají.

Palabras clave: Controladores, control biológico, diversidad, Serranía del Iñaño.

Abstract

The revision of specimens of parasitoid wasps was carried out following the investigation of insects associated with crops in two communities of the protected area, Serranía del Iñaño, having as a base, a scientific collection of wasps using standard methods of preparation and conservation of insects. Moreover, information was incorporated to the agricultural entomological database that contains biogeographic, taxonomic and agronomic information. 226 specimens were collected, where amongst these 20 families, 24 subfamilies and 42 taxa were identified. There is a high diversity of parasitoid wasps, registering the greatest number in the communities of Las Casas and Zapallar. Based on the general analysis all the parasitoid wasps registered, it is estimated that 66% of the expected number of species have been evaluated. Three families were identified as being potentially useful as biological control agents of insect pests in the peanut and chili crops. With the generated information, a baseline has been established which brings to light potential taxa that can be utilized in the biocontrol of insect pests in the crops of peanut and chili pepper.

Key words: Biological control, controllers, diversity, parasitic wasps, Serranía Iñaño.

Introducción

Los insectos parasitoides son los enemigos naturales más utilizados en el control biológico de plagas insectiles en los cultivos y juegan un papel fundamental como reguladores naturales (Najera & Souza 2010). Las avispas parasitoides (Hymenoptera) constituyen uno de los órdenes más diversos de la clase Insecta, y el principal grupo de agentes de control en la lucha biológica contra plagas (Anento & Selfa 1997). Además, tienen importancia tanto ecológica y económica para el manejo natural de los ecosistemas (La Salle 1993, Anderson & Purvis 2008).

Con base en los dos tipos de parasitismo que tienen estas avispas, Anento & Selfa (1997) han definido los siguientes atributos para su utilización como controladores biológicos: 1) sincronismo con la plaga, 2) se tiene que reproducir, desarrollar y emigrar bajo condiciones de suelta, 3) facilidad de criar en masa, 4) preferencia por la especie plaga, 5) máximo potencial reproductivo, 6) buena respuesta a la densidad de plaga, 7) no atacar a otros insectos útiles ni influir en acción.

Actualmente, la crianza y aplicación de especies de avispas parasitoides como controladores biológicos, ha obtenido buenos logros en otros países. Es tanto así, que se empezaron a introducir especies de avispas parasitoides, como el caso *Cephalonomia stephanoderis* (Hymenoptera: Bethyridae) de origen Costa de Marfil (África) utilizados para el control de la broca del café *Hypothenemus hampei* (Rogg 2000, Pena et al. 2006) y *Anicetus annulatus* (Hymenoptera: Encyrtidae) de origen asiático utilizado para controlar la cochinilla blanda de cítricos *Coccus hesperidum* (Trjapitzin & Ruíz 2009).

Recientemente se está dando la importancia de especies nativas de avispas parasitoides, para el control biológico de plagas (Anderson & Purvis 2008, Trjapitzin & Ruíz 2009). Como indica García-Gonzales et al. (2011), para el caso del género *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae), el conocimiento de la diversidad de especies nativas de avispas parasitoides de una región determinada tiene gran importancia ya que permite mantener la pureza biológica de la especie y del ecosistema.

En Bolivia, el uso de especies de avispas parasitoides para el control biológico, se ha desarrollado para el control de la broca del café, mediante introducción de *C. stephanoderis* (Mamani 1999, Condori 2003). Recientemente se ha probado

la efectividad de diferentes especies nativas de parasitoides, como es el caso *Copidosoma sp.* (Encyrtidae) para el control de larvas de la quinua (*Phthorimaea operculella*) (Rios et al. 2013). Con respecto a especies nativas de avispas parasitoides, que puedan usarse para el control de plagas del maní (*Arachis hypogae*) y el ají (*Capsicum baccatum var. pendulum*), se tiene poca información. Es por ello que en el presente estudio se identificó y estimó la riqueza de especies de avispas parasíticas nativas y se definieron posibles taxones que pueden ser potenciales para el control biológico.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao (PN-AMNI), es un Área Protegida de importancia para el departamento de Chuquisaca (Fig. 1), por su extensión y su biodiversidad. Tiene una superficie de 901.24 km² en el área de preservación y el área natural de manejo integrado con 1 736.22 km². Esta última categoría, tiene como propósito la conservación de la biodiversidad y el desarrollo de una producción agrícola sostenible.

El PN-AMNI Serranía del Iñao, se encuentra al noreste del departamento de Chuquisaca, en las coordenadas 18°56 y 19°48 latitud sur y 63°42 y 64°16 longitud oeste, con altitud de 518 m hasta 3037 m, y precipitación que varía según la ubicación geográfica de los municipios, entre 150 mm hasta 210 mm en la época húmeda y temperatura media que no superan los 20°C (SENAMHI 2009, SERNAP 2011). En el área protegida se ubican cuatro jurisdicciones: el Municipio de Villa Vaca Guzmán (Provincia Luis Calvo), Municipio de Monteagudo (Provincia Hernando Siles), Municipio de Padilla (Provincia Tomina) y Municipio de Villa Serrano (Provincia Belisario Boeto).

Se realizaron campañas de colecta de diciembre 2012 a febrero 2013, en cinco comunidades (Fig. 1) donde trabaja el proyecto BEISA3: Pedernal y Las Casas (Municipio Padilla), Zapallar y Azero Norte (Municipio Monteagudo) y Potrerros (Municipio Villa Serrano).

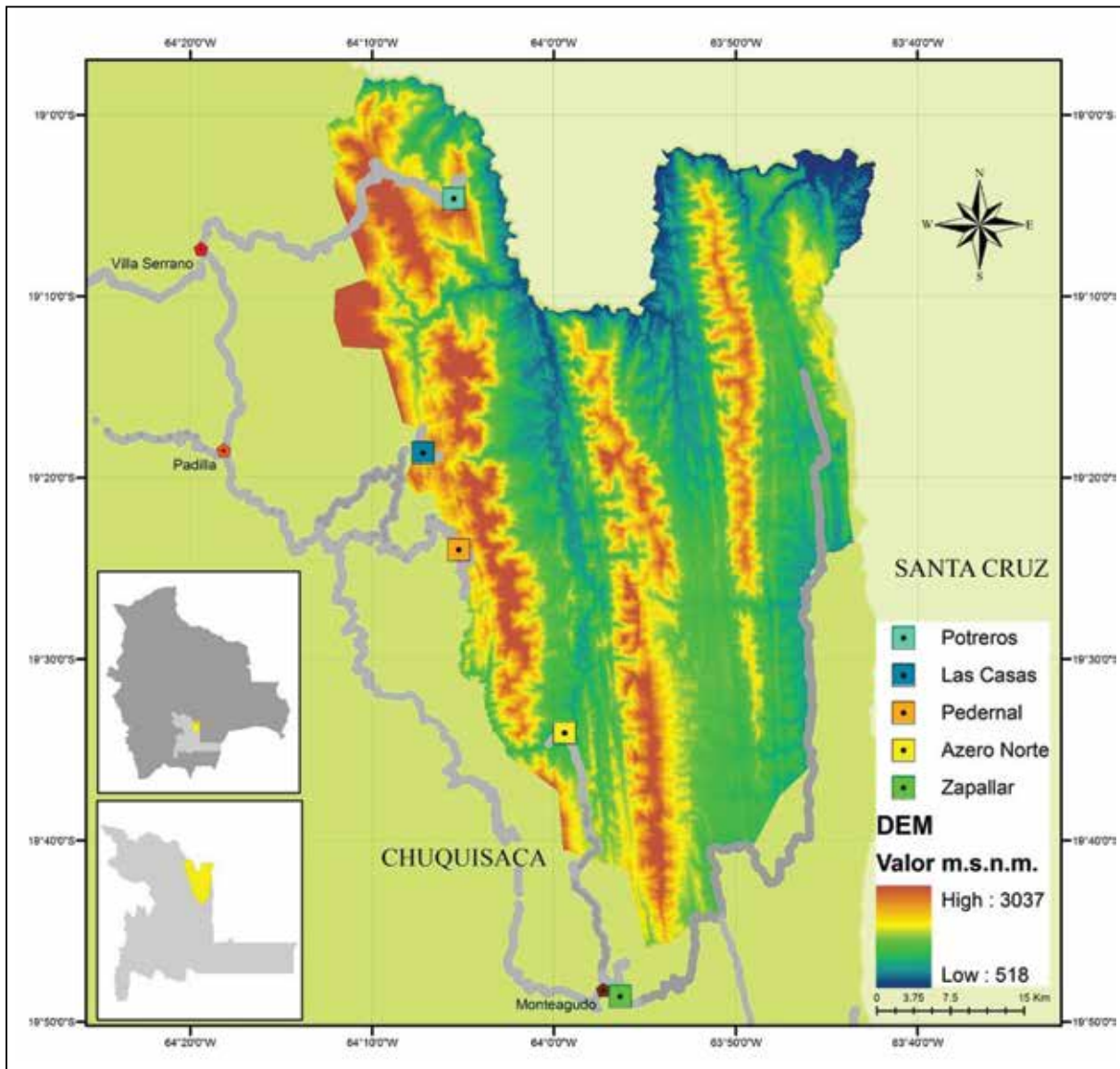


Figura 1. Ubicación de las cinco comunidades donde se realizaron las campañas de colecta en el PN-AMNI Serranía del Iñao.

Método de muestreo

Se utilizaron dos métodos de muestreo: trampas de luz y trampas de color amarillo en los cultivos de maní y ají. En cada comunidad los muestreos se realizaron aproximadamente durante tres días, que dependió de las condiciones climáticas, además se tomó como referencia la etapa lunar (luna nueva), para aplicar el método de colecta con la trampa de luz. Los individuos recolectados se preservaron en frascos con alcohol al 70%.

Preparación e identificación de los especímenes en laboratorio.

El proceso de preparación de los especímenes se realizó según el tamaño. A los insectos mayores a 20 mm se procedió al montaje usando alfileres entomológicos y los menores en tamaño 15 mm, se depositaron como muestras húmedas en solución fijadora de alcohol al 70% en tubos Eppendorf de 1.5 ml.

Se generó una base de datos con la información de procedencia y su taxonomía. Para la información de procedencia se tomaron datos de la provincia, municipio, localidad, datos geográficos y altitud. La información taxonómica que fue lo último que se generó, se tomó partir de la identificación con alcance taxonómico a nivel de familia y subfamilia, para esto se utilizaron claves taxonómicas de Goulet & Huber (1993), Triplehorn & Johnson (2005) y Tofilski (2013). Posteriormente se realizó la revisión bibliográfica para cada familia y subfamilia revisando y analizando sus características biológicas y el número de géneros registrados para Bolivia.

Análisis de diversidad

A partir de la abundancia de cada familia y subfamilia se evaluó la diversidad alfa (α), estimando: riqueza de taxones que de acuerdo al número de especímenes registrados, se utilizaron los índices de Simpson y de CHAO1. Se elaboraron curvas de rarefacción que indican la efectividad del muestreo durante el periodo de colecta y la riqueza de taxones. Los análisis se realizaron utilizando el programa PAST (Hammer et al. 2008).

Resultados y Discusión

Riqueza de taxones.

Se han colectado un total de 226 especímenes, los cuales pertenecen a 20 familias y 24 subfamilias, que en total son 42 taxones (Tabla 2). En la comunidad de Pedernal se registró el mayor número de familias (19), luego en las comunidades Las Casas (12 familias) y Zapallar (10 familias), y con menor número de familias registradas están Azero Norte (7 familias) y Potrerros (6 familias).

Rarefacción

De manera general, utilizando todos los datos de los taxones de avispas parasitoides registradas, se ha estimado el 66% del número de especies esperadas, con un 95% de confianza. Todos los taxa identificados con sus respectivas abundancias permiten observar en la curva de rarefacción (Fig. 2), que aproximadamente se alcanzó la asíntota, que según Marrugan (2004) indica que aunque se incrementa el número de unidades de muestreo o de individuos registrados, no se incrementará el número de especies. Esto indica

que en cuanto al esfuerzo de muestreo se logró una muestra representativa de avispas parasitoides del área protegida Serranía del Iñao.

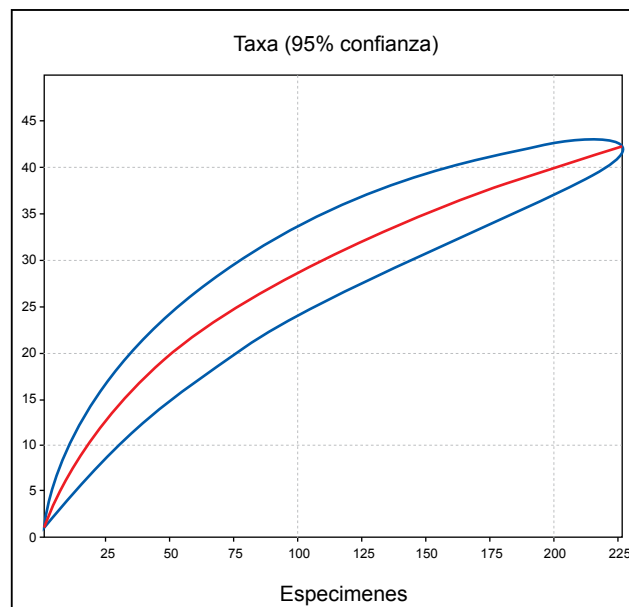


Figura 2. Curva de rarefacción de especies esperadas de avispas parasitoides del PN-ANMI Serranía del Iñao.

Analizando los índices de diversidad (Fig. 3), se obtuvo que la comunidad de las Zapallar presenta mayor diversidad de avispas parasitoides (Simpson=0.89). Luego se encuentran las comunidades de Las Casas (Simpson = 0.84), Pedernal (Simpson = 0.79), Potrerros (Simpson = 0.76), y Azero Norte (Simpson = 0.21). Los valores bajos de las dos últimas comunidades, se debe a efectos climáticos (lluvia) que influyeron en la colecta. Y por último según el índice de CHAO1, se estima que el número de taxones esperados es 64 taxa (Las Casas 58 taxa, Zapallar 40 taxa, Pedernal 30 taxa, Azero Norte 23 y Potrerros 11).

Tabla 2. Registro de insectos parasitoides en las comunidades de PN-ANMI Iñao.

Familias	Subfamilias	Azero Norte	Las Casas	Pedernal	Potreros	Zapallar
Bethylidae						
	Epyrinae	x			x	x
Braconidae	s/n				x	x
	Agathidinae					x
	Braconinae	x				
	Microgastrinae			x		x
	Miracinae					x
	Orgilinae					x
	Roga dinae	x			x	x
Ceraphronidae				x		
Chalcididae						x
Diapriidae		x				
Dryinidae						x
Eucharitidae				x		
Eucoilidae					x	x
Eupelmidae				x	x	x
Figitidae				x	x	x
Ichneumonidae	s/n	x	x	x		x
	Anomaloninae			x		
	Banchinae					x
	Campopleginae					x
	Ctenopelmatinae			x		x
	Ichneumoninae				x	
	Labeninae			x		x
	Lycorininae					x
	Microleptinae					x
	Ophioninae					x
	Pimplinae				x	
	Xoridinae			x		
Mutillidae				x	x	
Mymaridae						x
Orussoidea				x	x	
Pelecinidae					x	
Pompilidae						
	Ceropalinae	x	x			
Scelionidae		x	x		x	x
Sphecidae		x			x	x
	Ammophilinae			x	x	
	Sphecinae			x		
Tiphidae	s/n					x
	Methocinae			x		
	Thynninae			x		
	Tiphiinae			x		
Torymidae						x

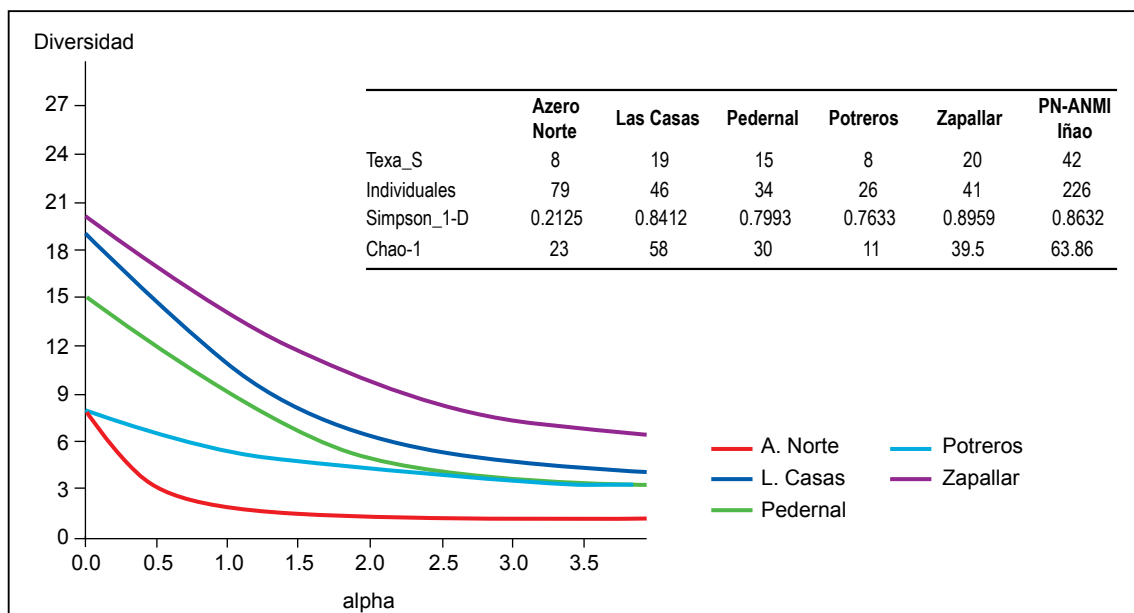


Figura 3. Análisis de diversidad alfa para las cinco comunidades (arriba) y valores número de taxa e índice de Simpson y CHAO1 (abajo).

Atributos biológicos y nuevos registros de taxones de avispas parasitoides

La mayoría de las avispas registradas son parasitoides, aunque las especies de la familia Torymidae no son consideradas parasitoides, ya que son de hábito entomófago y fitófago (Gibson 1993).

Los nuevos posibles registros para Bolivia, son dos familias y once subfamilias (Anexo 1): dos subfamilias de Braconidae (Miracinae y Rogadinae), Ceraphronidae, Eupelmidae; cinco subfamilias de Ichneumonidae (Ctenopelmatinae, Lycorininae, Microleptinae, Pimplinae) (Ephialtinae) y Xoridinae), una subfamilia de Pompilidae (Ceropalinae), dos subfamilias de Sphecidae (Ammophilinae y Sphecinae) y una subfamilia de Tiphidae (Methochinae). Aunque no se encontraron en el área protegida Serranía del Iñaño, en Bolivia también existen otras cinco familias con especies nativas de parasitoides como Aphelinidae (Nikolaevna et al. 2012), Embolemidae (Cambra 2001), Cynipoidea (Diaz et al. 2002), Trichogrammatidae (Avila 2010) y Encyrtidae (Ruiz 1998, Rios et al. 2013).

De todos los taxones registrados Scelionidae, es una familia que se caracteriza por ser un endoparasitoide, predominantemente primario de

huevos de insectos, que según Melo et al. (2012) especialmente ataca a chinches (Hemiptera) y mariposas nocturnas (Lepidoptera). Esta familia se ha encontrado en abundancia en todas las comunidades evaluadas, pero además se encontraron taxones de la subfamilia Rogadinae (Braconidae) en las cuales se han identificado generos que son parasitoides de *Spodoptera sp.* (Valverde 2012). Por otra parte, se tienen especímenes de Figitidae, en esta familia se han registrado generos que son enemigos naturales de larvas de *Neosilba sp.* (Lourenção et al. 1996).

Conclusiones

Se ha registrado la diversidad de avispas nativas parasitoides, de las cuales dos familias y once subfamilias son nuevos registros para Bolivia. La comunidades que presentan mayor diversidad de avispas parasitoides fueron las comunidades de Las Casas y Zapallar en los agroecosistemas del PN-ANMI Serranía del Iñaño. Aunque aún se desconocen las especies que pueden estar presentes, pero en base a una revisión bibliográfica se ha podido identificar tres familias que pueden usarse como controladores biológicos.

La identificación de nuevos taxa enriquece y valorizan al área protegida, ya que el mismo alberga

una importante biodiversidad de estas especies. Con la lista de taxones encontrados podremos emplazar nuevos pasos, para conocer su distribución biogeográfica, biología y ecología y a la vez poder realizar experimentos *in vitro*, para determinar la eficacia de manejo de estas especies como controladores biológicos, que es una alternativa para mitigar el uso de plaguicidas nocivos para el medio ambiente y los productores agrícolas..

Agradecimientos

Se agradece al proyecto BEISA3 de la Facultad de Ciencias Agrarias - USFX, financiado por la Agencia de Cooperación Danesa-DANIDA, que hizo posible la realización de este trabajo.

Referencias

- Alvarado, M. 2013. Revision of the South American wasp genus *Alophosphion* Cushman, 1947 (Hymenoptera: Ichneumonidae: Ophioninae). Tesis de Maestría. Department of Ecology and Evolutionary Biology and the Graduate Faculty of the University of Kansas. U.S.A. 130.
- Anderson, A. & G. Purvis. 2008. The Value of Parasitic Hymenoptera as Indicators of Biological Diversity. Agriculture and Food Science Centre, University College Dublin. Environmental Protection Agency. Irlanda. Num. 3. 1-57.
- Anento, J. L., & J. Selfa. 1997. Himenópteros parasítica y control de plagas. Bol S.E.A. 20:151-160.
- Aquino, D.A. 2013. Revisión del género *Polynema* Haliday s.l. (Hymenoptera: Mymaridae) en Argentina y países limítrofes. Tesis de Doctorado. Facultad de Ciencias Naturales y Museo de La Plata. Argentina.
- Arias, D. C. & G. Delvare. 2003. Lista de los géneros y especies de la familia Chalcididae (Hymenoptera: Chalcidoidea) de la región Neotropical. Biota Colombiana, 123-145.
- Avila, 2010. Determinación y caracterización molecular de géneros de Trichogrammatidae y especies de *Burksiella* y *Zagella*, en México. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Nuevo León. San Nicolás de los Garza, N. L., México.
- Azevedo, C. O., Moreira Ana R., Kawada Ricardo. 2005. Taxonomía de *Bakeriella* (Hymenoptera, Bethylidae) da Bolívia. Iheringia, Sér. Zool. 95(2): 165-172.
- Azevedo, C.O. 2006. Familia Bethylidae. En: Hymenoptera de la Región Neotropical. Hanson & Gauld. Memoirs of the American Entomological Institute. pp: 77.
- Baudino, E. 2005. Ichneumonoides (Hymenoptera) Parasitoides del Complejo de Orugas Cortadoras en Pasturas de Alfalfa (*Medicago sativa* L.) en la Argentina Central. Neotropical Entomology, 34(3): 407-414.
- Berta De Fernandez C.D. 1988: Two new species of *Cremnops* new record foerster Hymenoptera Braconidae Agathidinae of Argentina and Bolivia. Acta Zoologica Lilloana: 13-16.
- Braet, Y. & C. van Achterberg. 2001. Notes on the genera *Exasticolus* van Achterberg (Homolobinae) and *Orgilus* Haliday (Orgilinae) (Hymenoptera: Braconidae), with the description of three new species from French Guiana. Zool. Med. Leiden 75: 89-101.
- Brewer, M., N. Arguello, M. Delfino & D. Gorla. 1978. Parasitismo natural de *Telenomus fariri* Costa Lima, 1927 (Hymenoptera, Scelionidae) en monte y presencia de *Proanastatus excavates* de Santis, 1952 (Hymenoptera, Eupelmidae), parasitoide oófago de Triatominae en el departamento Cruz del Eje, Cordoba, Republica Argentina. Anais da S.E.B., 7(2):141-154.
- Brothers, D.J. & A.T. Finnamore. 1993. Superfamily Vespoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 161-243.
- Cambra, R.A. 2001. Primer registro de la familia Embolemidae (Hymenoptera: Chrysidoidea) para Panamá. Tecnociencia. 3(2): 109-113.
- Carballo, M. 2002. Manejo de insectos mediante parasitoides. Manejo Integrado de Plagas y Agroecología (Costa Rica). 66: 118-122.
- Carrasco, F. 1972. Catalogo de la familia Ichneumonidae peruanos. Rev. Per. Entom. Yol. 15(2): 324-332.
- Condori, R.J.A. 2003. Multiplicación de la avispa *Cephalonomia stephanoderis* (Betrem) en dos sustratos de café pergamino, parasitados a diferentes días de su infestación artificial con la broca *Hypothenemus hampei* (Ferrari). Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.

- Deans, A.R., J.B. Whitfield & D.H. Janzen. 2003. Taxonomy and natural history of the microgastrine genus *Alphomelon* Mason (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Hymenoptera Research*. 12(1): 1-41.
- Díaz, N. 1987. Revisión sistemática y análisis de las relaciones fenéticas de las especies del género *Acantheucoela* Ashmead (Hymenoptera, Cynipoidea: Eucoilidae). *Rev. Asoc. Cienc. Nat. Litoral*, 18(2): 203-223.
- Díaz, N.B., F.E. Gallardo & S.P. Durante. 2002. Estado del conocimiento de los Cynipoidea en la región Neotropical (Hymenoptera). M3M: Monografías Tercer Milenio, SEA, Zaragoza. 2: 231-237.
- Diller, E. & K. Schoenitzer. 2009. The distribution of Neotropical Phaeogenini of the genus *Dicaelotus* Wesmael (1845), with descriptions of new taxa (Insecta, Hymenoptera, Ichneumonidae, Ichneumoninae, Phaeogenini). *Verbreitung neotropischer Phaeogenini der Gattung Dicaelotus Wesmael (1845), mit Beschreibungen neuer Taxa* (Insecta, Hymenoptera, Ichneumonidae, Ichneumoninae, Phaeogenini). *Linzer Biologische Beiträge*. 41(2):1089-1102.
- Evans, G.A., P. Dessart & H. Glenn. 2005. Two new species of *Aphanogmus* (Hymenoptera: Ceraphronidae) of economic importance reared from *Cybocephalus nipponicus* (Coleoptera: Cybocephalidae). *Zootaxa* 1018: 47-54.
- Fernández, F. 2002. Filogenia y sistemática de los himenópteros con aguijón en la región Neotropical (Hymenoptera: Vespomorpha). M3M: Monografías Tercer Milenio, 2: 101-138.
- Ferrer-Suay, M., J. Selfa & J. Pujade-Villar. 2013. Review of the Neotropical Charipinae (Hymenoptera, Cynipoidea, Figitidae). *Revista Brasileira de Entomologia. Rev. Bras. Entomol.*, 57(3): 279-299
- Fidalgo, P. 1992. Nuevos aportes a la distribución y la sistemática del género *Bruchomyar* Ogloblin (Hymenoptera: Mymaridae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 50(1-4):261-266
- Finnamore, A.T. & C.D. Michener. 1993. Superfamily Apoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 279-293.
- Finnamore, A.T. & D.J. Brothers. 1993. Superfamily Chrysoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 130-145.
- Fontal-Cazalla, F.M., M.L. Buffington, G. Nordlander, J. Liljeblad, P. Ros-Farre, J.L. Nieves-Aldrey, J. Pujade-Villar & F. Ronquist. 2002. Phylogeny of the Eucoilinae (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae). *Cladistics*, 18:154-199.
- Fritz, M.A. 1992. Sobre mutilidos neotropicales nuevos y conocidos (Hymenoptera: Mutillidae). *Gayana Zoología* 56 (1-2): 13-19.
- Gallardo, F.E., N.B. Díaz & J.A. Guimaraes. 2009. About the Neotropical Genus *Lopheucoila* Weld (Hymenoptera: Cynipoidea: Figitidae): Identity and Geographical Distribution. *Entomological News* 120(5):502-508.
- Garcete-Barrett, B.R. 2001. El género *Eremnophila* Menke (Hymenoptera: Sphecidae: Ammophilinae) en el Paraguay. *Bol. Mus. Nac. Hist. Nat. Parag.*, 13: 56-58.
- García-González, F., R. Mercado-Hernández, A. González-Hernández & M. Ramírez-Delgado. 2011. Especies nativas de *Trichogramma* (Hymenoptera: Trichogrammatidae) colectadas en cultivos agrícolas del norte de México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 17: 173-181.
- Gauld, I.D. & D. Lanfranco. 1986. Los géneros de Ophioninae de Centro y Sudamérica. *Rev. Biol. Trop.*, 35(2): 257-267.
- Genise, J. & L. Kimmsey. 1991. New genera of South American Thynninae (Tiphidae, Hymenoptera). *Pyche*, 98:57-70.
- Gibson, G.A.P. 1993. Superfamilies Mymarommatoidea and Chalcidoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 570-655.
- Gibson G.A.P. 2010. *Calosota* Curtis (Hymenoptera, Chalcidoidea, Eupelmidae) – review of the New World and European fauna including revision of species from the West Indies and Central and North America. *ZooKeys*, 55: 1-75.
- Gómez, I.E., I.E. Sääksjärvi, G.R. Broad, L. Puhakka, C. Castillo, C. Peña & D.G. Pádua. 2014. The Neotropical species of *Xanthopimpla* Saussure

- (Hymenoptera: Ichneumonidae: Pimplinae). *Zootaxa*, 3774(1): 057–073.
- Goulet, H. & J.T. Huber. 1993. Hymenoptera of the world: an identification guide to families. Canada. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication (Canada. Agriculture Canada).
- Graf, V., A.F. Kumagai & R.R.C. Dutra. 1991. Ichneumonidae (Hymenoptera) do sul do Brasil: um novo gênero de Ctenopelmatinae. *Acta Biologie Paranaense* 20(1/4): 157–166.
- Graf, V. 1995. Nota sobre *Xorides* Latreille (Ichneumonidae, Hymenoptera) no Brasil. *Rev. Bras. Zool.*, 12(1): 31-35.
- Grissell, E.E. 1995. Toryminae (Hymenoptera: Chalcidoidea: Torymidae): a redefinition, generic classification and annotated world catalogue of species. *Memoirs on Entomology, International* 2:230.
- Guglielmino, A. 2002. Dryinidae (Hymenoptera Chrysidoidea): an interesting group among the natural enemies of the Auchenorrhyncha (Hemiptera). *Denisia* 04, zugleich Kataloge des OÖ. Landesmuseums, Neue Folge, 176: 549-556.
- Halstead, J.A. 1991. New species of *Notaspidium* Dalla Torre from the Nearctic and Neotropical regions (Hymenoptera: Chalcididae). *The Pan-Pacific Entomologist*, 67(4): 229-242.
- Hammer, Ø., D.A.T., Harper & P.D. Ryan. 2008. PAST – Palaentological Statistics. Ver 1.81. User's Guide y aplicacion publicada en: <http://folk.uio.no/ohaammer/past>.
- Hanson, P.E., R.A. Cambra & A. Santos. 2008. *Apechoneura longicauda* Kriechbaumer (Hymenoptera: Ichneumonidae: Labeninae), parasitoid of *Phloeoborus punctatorugosus* Chapuis (Coleoptera: Curculionidae: Scolytinae). *Tecnociencia*, 10(2): 119-124.
- Heraty, J. 2003. Catalog of World Eucharitidae. University of California, Riverside. U.S.A. 103 p.
- Huber, J.T. 2013. Redescription of *Mymarilla* Westwood, new synonymies under *Cremnomymar* Ogloblin (Hymenoptera, Mymaridae) and discussion of unusual wings. *ZooKeys*, 345: 47–72.
- Infante, F. 2001. Los betílidos (Bethyidae), una familia de insectos poco conocida. *CONABIO. Biodiversitas* 37:1-6.
- Japoshvili, G. & I. Karaca. 2009. A Review of the Species of *Aphelinus* Dalman, 1820 (Hymenoptera: Aphelinidae) from Georgia. *J. Ent. Res. Soc.*, 11(3): 41-52.
- La Salle, J. & I.D. Gauld. 1993. Hymenoptera: Their diversity, and their impact on the diversity of other organisms. En: La Salle, J. & Gauld, I.D. (Eds) *Hymenoptera and Biodiversity*. CAB International, Wallingford, UK.
- Lindsay, C. & M.J. Sharkey. 2006. Revision of the genus *Amputoearinus* (Hymenoptera: Braconidae: Agathidinae) with fourteen new species. *Zootaxa*, 1329: 1–27.
- Lourenção, A.L., L.O. Lorenzi & G.M.B. Ambrosano. 1996. Comportamento de clones mandioca em relação à infestação por *Neosilba perezi* (Romero & Ruppell) (Diptera: Lonchaeidae). *Scientia Agrícola*, 53: 304-308.
- Mamani, L. D. 1999. Multiplicación de parasitoides *Cephalonomia stephanoderis* sobre brocas hospederas desarrolladas en granos de café pergamino rehidratado, en condiciones controladas de laboratorio. Tesis de grado. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz. Bolivia.
- Margaría, C.B., M.S. Loíacono & A.A. Lanteri. 2009. New geographic and host records for scelionid wasps (Hymenoptera: Scelionidae) parasitoids of insect pests in South America. *Zootaxa* 2314: 41–49.
- Masner, L. 1993. Superfamily Ceraphronoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 566-569.
- Masner, L. & J.L. García. 2002. The genera of Diapriinae (Hymenoptera: Diapriidae) in the New World. *Bulletin of the American Museum of Natural History*. N° 268, 138.
- Melo, G.A.R., A.P. Aguiar & B.R. Garcete-Barrett. 2012. Hymenoptera Linnaeus, 1758. En: Rafael, J.A., G.A.R. Melo, C.J.C. Barros, S.A. Casari & R. Constantino (Eds) *Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia*. Ribeirão Preto: Halos, Editora. Brasil. pp: 554-569.

- Muñoz, J.A., A. Restrepo & S.B. Muriel. 2013. Nuevos registros de parasitoides de cuatro especies de Ithomiini (Lepidoptera: Nymphalidae: Danainae), asociados a plantas hospederas de *Solanum* (Solanaceae) en fincas cafeteras de Antioquia - Colombia. Boletín del Museo de Entomología de la Universidad del Valle, 14(1):70-74.
- Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino & J. M. Coronado-Blanco. 2010. Especies neotropicales de *Lecaniobius* Ashmead (Hymenoptera: Chalcidoidea: Eupelmidae): clave y descripción de dos especies nuevas. Acta Zool. Mex. (n. s.), 26(3): 669-683.
- Myartseva, S.N., E. Ruíz-Cancino, J. M. Coronado-Blanco, A.M. Corona-Lopez & V.H. Toledo-Hernández. 2012. Parasitoides (Hymenoptera: Aphelinidae, Signiphoridae, Platygasteridae) de *Aleurothrixus loccosus* (Maskell, 1896) (Hemiptera: Aleyrodidae) en el estado de Veracruz, México, y descripción del macho de *Encarsia dominicana* Evans, 2002. Dugesiana 19(1): 37-41.
- Nicholls, C.I. 2008. Control biológico de insectos: un enfoque agroecológico. Editorial Universidad de Antioquia. Colombia. 282 p.
- Nikolaevna *et al.* 2012
- Olmí, M., E.G.Virla & F. Fernández. 2000. Las avispas Dryinidae de la Región Neotropical (Hymenoptera: Chrysidoidea). Biota Colombiana 1 (2): 141 – 163.
- Papp, J. 2007. A new genus and two new species of Braconidae (Hymenoptera) dedicated to László Gozmány. Acta Zoologica Academiae Scientiarum Hungaricae. 53 (2): 295–305.
- Pena, E., M. García, E. Blanco, & J.F. Barreras. 2006. Introducción de la avispa de Costa de Marfil *Cephalonomia stephanoderis* Betrem (Hymenoptera: Bethyridae), parasitoide de la broca del fruto del café *Hypothenemus hampei* Ferrari (Coleoptera: Scolytidae) en Cuba. Fitosanidad 10(1): 33-36.
- Penteado-Dias, A.M., M.A. Barbosa & P.H. Gorgatti. 2007. A new species of *Cervellus* Szépligeti (Hymenoptera, Braconidae, Braconinae) with biological notes. Revista Brasileira de Entomologia, 51(1): 8-11.
- Perez, E.C. & D.C. Berta 2012. Redescripción de *Snellenius bicolor* y *S. tricolor* (Hymenoptera: Braconidae) y nueva distribución en América del Sur. Rev. Soc. Entomol. Argent. 71 (3-4): 293-299.
- Pitts, J.P. & D.G. Manley. 2004. A Revision of *Lomachaeta* Mickel, with a new species of *Smicromutilla* Mickel (Hymenoptera: Mutillidae). Zootaxa, 474: 1–27.
- Porter, C.C. 1999. First notice of *Therion* from South America with description of two new species from Argentina and Bolivia (Hymenoptera: Ichneumonidae). Insecta Mundi, 13 (1-2): 85-91.
- Porter, C.C. 2007. *Habronyx* Foerster (Hymenoptera: Ichneumonidae: Anomaloniinae) in Andean and Neantarctic South America with description of new species from Bolivia and Chile. Insecta Mundi, 0020: 1-8
- Pujade-Villar, J. M. 2009. Descripción de una nueva especie de *Neralsia* (Hymenoptera: Figitinae) de Bolivia. Bol Soc Entomol Aragon 45:313–315.
- Pujade-Villar, J., J.L. García & P. Ros-Farré. 2009. Nuevos datos sobre los *Prosaspicera* (Hymenoptera: Figitidae: Aspicerinae) colectados en Venezuela. Orsis, 24: 171-176.
- Quicke, D.L. & A. Delobel. 1995. A new Neotropical Braconine (Hym. Braconidae) parasitic on Bruchidae (Col.). Entomologist's, mon. Mag., 131: 21 5-221.
- Rafael, J.A., G.A.R. Melo, C.J.C. Barros, S.A. Casari & R. Constantino. 2012. Insetos do Brasil: Diversidade e Taxonomia. Ribeirão Preto: Halos, Editora. Brasil. pp: 554-569.
- Rasmussen, C. & A. Asenjo. 2009. A checklist to the wasps of Peru (Hymenoptera, Aculeata). ZooKeys 15: 1-78.
- Redolfi, I. 1995. Diversidad de Braconidae (Hymenoptera) en el Perú. Rev. per. Ent., 37:11-22.
- Reshchikov, A., A. Veijalainen & I.E. Sääksjärvi. 2002. A new species of *Lathrolestes* (Hymenoptera, Ichneumonidae) from Ecuadorian Amazonia, with a key to the Neotropical species of the genus. ZooKeys, 251: 21–27.
- Restrepo-Ortiz, C.X., P. Ros-Farré, N.B. Díaz, J.L. García & J. Pujade-Villar. 2010. Nuevos aportes al conocimiento del género *Acanthaegilips* (Hymenoptera: Figitidae). Revista de la Sociedad Entomológica Argentina, 69 (1-2): 09-16.

- Rios, B., I. Figueroa & L. Crespo. 2013. Biología, ecología y perspectiva de multiplicación del *Copidosoma sp.* (Hymenoptera: Encyrtidae) en el hospedero *Phthorimaea operculella*. 4° Congreso Nacional de Entomología, Cochabamba. Bolivia. 18 p.
- Ritchie, A.J. 1993. Superfamily Cynipoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). Hymenoptera of the world: An identification guide to families. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 521-536.
- Rogg, H.W. 2000. Manual: Manejo integrado de plagas en cultivos de la Amazonia ecuatoriana. Ed. Mossaico. Quito. Ecuador. pp: 1-184.
- Ronquist, F. 2006. Superfamilia Cynipoidea. En: Hanson, P.E. & I.D. Gauld (Eds.). Hymenoptera de la Región Neotropical. Memoirs of the American Entomological Institute pp: 270-275.
- Ruiz, M. 1998. Estudio de la dinámica poblacional de los parasitoides de polilla de la papa y áfidos en el Altiplano Central. En: Belpaire, C. & V. Churquina. (Eds.) Experiencias en el Control Biológico de Plagas Agrícolas. Instituto de Ecología, FUND-ECO, COSUDE, La Paz. Bolivia. pp: 71-92.
- Santos, A. & P.E. Gonzales. 2004. Bethylidae (Hymenoptera) de Costa Rica y Panamá. Universidad de Panamá. Instituto Nacional de Biodiversidad INBio. (Vistado 11/09/2013) Disponible: <http://www.inbio.ac.cr/papers/bethylidae/index.htm>
- Santos, A. 2005. Primer registro de *Prosierola oblicua* Evans (Hymenoptera: Bethylidae) y aspectos bioecológicos del parasitoide de *Quadrus contubernalis* Mabille (Lepidoptera: Hesperidae) en Panamá. *Tecnociencia*, 7 (1): 35-42.
- SENAMHI Chuquisaca. 2009. Datos climatológicos de la región de Chuquisaca Centro, Monteagudo y Muyupampa. Chuquisaca, Bolivia.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Ñaño 2012 - 2021. Servicio Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. Monteagudo, Chuquisaca. Bolivia
- Sharkey, M.J. 1990. A revision of *Zacremnops* Sharkey and Wharton (Hymenoptera: Braconidae: Agathidinae). *Proc. Entomol. Soc. Wash*, 92 (3): 561-570.
- Sharkey, M.J. 1992. Cladistics and tribal classification of the Agathidinae (Hymenoptera: Braconidae). *Journal of Natural History*, 26:425-447.
- Sharkey, M.J. 2006. Two new genera of Agathidinae (Hymenoptera: Braconidae) with a key to the genera of the New World. *Zootaxa*, 1185: 37-51.
- Shaw, M.R. & T. Huddleston. 1991. Classification and biology of Braconid wasps (Hymenoptera: Braconidae). Royal Entomological Society of London. Great Britain. 130 p.
- Shimbori, E.M. & A.M. Penteado-Dias. 2011. Taxonomic contribution to the *Aleiodes melanopterus* (Erichson) species-group (Hymenoptera, Braconidae, Rogadinae) from Brazil. *ZooKeys* 142: 15-25.
- Sime, K.R. & D.B. Wahl. 2002. The cladistics and biology of the *Callajoppa* genus-group (Hymenoptera: Ichneumonidae, Ichneumoninae). *Zoological Journal of the Linnean Society*, 134: 1-56.
- Tofilski, A. 2013. Drawing for insects identification. Disponible en: <http://www.drawwing.org/>
- Torréns, J. & J. Heraty. 2012. Description of the species of *Dicoelothorax* Ashmead (Chalcidoidea, Eucharitidae) and biology of *D. platycerus* Ashmead. *ZooKeys*, 165: 33-46.
- Torréns, J. 2013. A Review of the Biology of Eucharitidae (Hymenoptera: Chalcidoidea) from Argentina. *Psyche*, 1-13.
- Triapitsyn, S.V., V.V. Berezovskiy, M.S. Hoddle & J.G. Morse. 2007. A review of the Nearctic species of *Erythmelus* (Hymenoptera: Mymaridae), with a key and new additions to the New World fauna. *Zootaxa*, 1641: 1-64.
- Trjapitzin, V.A. & E. Ruiz. 2009. Especies del género *Anicetus* Howard (Hymenoptera: Encyrtidae) del Nuevo Mundo. *Acta Zoológica Mexicana (n.s.)* 25(2): 249-268.
- Triplehorn, C.A. & N.F. Johnson. 2005. Borror and DeLong Introduction to the study of insect. 7° ed. Thompson. United States of American.
- Valerio, A. 2011. ¿Qué sabemos de la subfamilia Miracinae? (Ichneumonoidea: Braconidae). *Metodos en Ecología y Sistemática*, 2(3): 20-26.
- Valverde, L., D.C. Berta, & M. Geronimo. 2012. Primera cita de *Aleiodes laphygmae* (Hymenoptera: Braconidae) para Argentina

- y de su asociación con larvas de *Spodoptera eridania* (Lepidoptera: Noctuidae). *Revista de la Sociedad Entomológica Argentina*, 71(1-2): 159-161.
- Van Achterberg, C. 1992. *Bentonia* gen.nov. (Hymenoptera: Braconidae: Orgilinae) from Brazil. *Zoologische Mededelingen*. 66(22):339-344.
- Van Achterberg, C. 1994. Two new genera of the tribe Orgilini Ashmead (Hymenoptera: Braconidae: Orgilinae). *Zoologische Mededelingen*. 68(16):173-190.
- Van Driesche, R.G., M.S. Hoddle & T.D. Center. 2007. Control de plagas y malezas por enemigos naturales. The U.S. Department of Agriculture (USDA). Washington. USA. 16 p.
- Vilhelmsen, L., S.M. Blank, V.A. Costa, T.M. Alvarenga & D.R. Smith. 2013. Phylogeny of the ophrynopine clade revisited: review of the parasitoid sawfly genera *Ophrella* Middlekauff, *Ophrynopus* Konow and *Stirocorsia* Konow (Hymenoptera: Orussidae). *Invertebrate Systematics*, 27(4):450-483.
- Virla, E.G. & M. Olmi. 2007. Dryinidae (Hymenoptera: Chrysidoidea) parasitoids of the corn leafhopper, *Dalbulus maidis* (Delong & Wolcott) (Hemiptera: Cicadellidae), in Argentina, with description of the male of *Gonatopus moyaraygozai* Olmi. *Interciencia*, 32 (12): 847-849.
- Wahl, D.B. & M.J. Sharkey. 1993. Superfamily Ichneumonoidea. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 358-455.
- Wahl, D.B. 1993. Family Ichneumonidae. En: Goulet, H. & J.T. Huber (Eds). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. Agriculture Canada. Research Branch. IV Series: Publication. pp: 395-449.
- Wharton, S.M., S.M. Ovrusky, & F. E. Giltrap. 1998. Neotropical Eucoilidae (Cynipoidea) associated with fruit-infesting Tephritidae, with new records from Argentina, Bolivia and Costa Rica. *Journal of Hymenoptera Research*, 7(1): 102-115.
- Whitfield, J.B. & M.T. Oltra 2004. The Neotropical species of *Deuterixys* Mason (Hymenoptera: Braconidae). *J. Hym. Res.* 13(1): 134-148.
- Wilson, J.S. 2010. Historical Biogeography of Velvet Ants (Hymenoptera: Mutillidae) in the North American Deserts and Arid Lands. All Graduate Theses and Dissertations. Paper 750.
- Yu D.S., C. Van Achterberg, & K. Horstmann. 2012. Taxapad 2012, Ichneumonoidea 2011. Database on flash-drive. www.taxapad.com, Ottawa, Ontario, Canada.

Anexos

Caracterización de avispas parasitoides

Familias	Subfamilia	Características
Bethylidae		Todas las especies de betílidos que se conocen en la actualidad son ectoparasitoides primarios de larvas y pupas de Coleoptera y Lepidoptera que se encuentran en situaciones ocultas (Infante 2001).
	Epyrinae	En cuanto a su biología todas las especies de ésta subfamilia son parasitoides de Lepidoptera y Coleoptera (Santos & González 2006). En Bolivia se han registrado <i>Bakeriella</i> (Azevedo <i>et al.</i> 2005), <i>Anisepyris</i> , <i>Epyris</i> , <i>Rhabdepyris</i> , <i>Sclerodermus</i> (Rasmussen & Asenjo 2009) y <i>Prosierola</i> (Santos 2005) y la especie introducida <i>Cephalonomia stephanoderis</i> (Mamani 1999; Condori 2003)
Braconidae		Son generalmente endoparasitoides koinobionte o ectoparasitoides idiobionte principalmente de huevos y larvas de holometábola, también de ninfas de hemimetábola aunque en menor grado (Redolfi 1995). Muchas especies son usadas en programas de control biológico.
	Agathidinae	Todos los agatidines son más diversos en la región neotropical y son endoparasitoides koinobionte de larvas de mariposas (Sharkey 1992). Géneros registrados para Bolivia son: <i>Alabagrus</i> (Redolfi 1995, Braet 2002), <i>Zacremnops</i> (Sharkey 1990; Berta De Fernández 1998) <i>Amputoearinus</i> (Sharkey 2006; Lindsay & Sharkey 2006).
	Braconinae	Los Braconinae tienen una distribución cosmopolita, pero en el Neotrópico, la mayoría de los géneros son endémicos (Penteado-Dias <i>et al.</i> 2007). Los Braconinae tienen claramente oviposidores exertos y se desarrollan como ectoparasitoides idiobiontes, por lo general se concentra el ataque a los que alimentan activamente estadios larvales tardíos de Coleoptera y Lepidoptera, raramente de Díptera y Symphita; aunque existen algunos géneros que son endoparasitoides gregarios de pupas de Lepidoptera (Shaw & Huddleston 1991). La mayoría parece ser idiobiontes estrictos, inyectando venenos que provocan parálisis a largo plazo del hospedero antes de la ovoposición (Shaw & Huddleston 1991). En Bolivia se han registrado los siguientes géneros: <i>Gozmanycomp</i> (Papp 2007), <i>Cyclaulacidea</i> (Quicke & Delobel 2005), (Redolfi 1995).
	Microgastrinae	Son hospederos y comportamiento endoparasitoides koinobionte solitario o gregario de larvas de Lepidoptera (Redolfi 1995). Géneros que se han registrado son: <i>Cotesia</i> , <i>Apanteles</i> (Redolfi 1995; Ruiz 1998), <i>Gliptapanteles</i> (Redolfi 1995), <i>Venanus</i> (Whitfield <i>et al.</i> 2011), <i>Deuterixys</i> (Whitfield & Oltra 2004), <i>Alphomelon</i> (Deans <i>et al.</i> 2003), <i>Snellenius</i> (Pérez & Berta 2012)
	Miracinae	La subfamilia Miracinae está conformada de avispas koinobiontes y endoparasitoides quienes son conocidas por atacar pequeñas larvas de Mariposas que son minadoras de hojas pertenecientes a las familias Nepticullidae, Tischeriidae, Heliozelidae, Lyonetiidae y Gracillariidae (Wahl & Sharkey 1993; Valerio 2011). Hay alrededor de 6 géneros en el mundo, con al menos un nuevo género en el Neotrópico (Valerio 2011), para Bolivia posiblemente primer registro.
	Orgilinae	Endoparasitoides koinobionte solitarios de larvas de lepidópteros (Wahl & Sharkey 1993). Se han registrado pocos géneros en Bolivia: <i>Podorgilus</i> (van Achterberg 1994; Braet & van Achterberg 2001), <i>Stantonia</i> (van Achterberg 1992).
Braconidae	Rogadinae	Comportamiento muy variado, son ectoparasitoides gregarios normalmente de larvas de Lepidoptera (Wahl & Sharkey 1993). O ectoparasitoides idiobiontes de larvas de Lepidoptera, Díptera, Coleoptera y Symphita, o endoparasitoides koinobiontes de larvas de Lepidoptera (Redolfi 1995). Para Bolivia aparentemente se tiene el registro: <i>Aleiodes</i> (Shimbori & Penteado-Dias 2011), pero posiblemente exista los géneros <i>Rogas</i> , <i>Monitoriella</i> , <i>Macrostomium</i> , <i>Leurinion</i> , <i>Cistomastax</i> y <i>Cantharactonus</i> (Redolfi 1995).
Ceraphronidae		Poco se sabe acerca de los hospederos y los hábitos, pero algunas especies han sido criados como endoparasitoides de Cecidomyiidae (Díptera), Thysanoptera, Lepidoptera, Neuroptera, pupas superior de dípteros, o como hiperparasitoides de capullos de Braconidae (Masner 1993). Muy poco se ha hecho sobre la taxonomía de la fauna de Ceraphronidae Nuevo Mundo (Evans <i>et al.</i> 2005), hasta el momento solo se han registrado un sola especie perteneciente al género <i>Ceraphron</i> en Brasil (Loiácono & Margaría 2002). Posiblemente se tenga un nuevo registro para Bolivia.

Familias	Subfamilia	Características
Chalcididae		Chalcididae son parasitoides primarios o hiperparasitoides, la mayoría de los lepidópteros (principalmente de pupas jóvenes) y dípteros (principalmente de larvas maduras), aunque algunos otros himenópteros parasitan o coleópteros, y algunos son conocidos a partir de una amplia variedad de otros insectos hospedadores (Gibson 1993). Para Bolivia se han registrado 6 géneros, los cuales son: <i>Brachymeria</i> , <i>Conura</i> , <i>Melanosmicra</i> , <i>Stypiura</i> , <i>Aspirrhina</i> , <i>Haltichella</i> (Arias & Delvare 2003) y probablemente <i>Notaspidium</i> (Halstead 1991).
Diapriidae		Sobre la biología de la superficie del suelo es endoparasitoides primario de diversos Díptera (larvas-pupa o parasitoides de pupas), aunque las especies de otros órdenes son parasitados por algunos grupos avanzados (Gibson 1993). Son 36 géneros posibles que se encuentran en Bolivia: <i>Acanthopria</i> , <i>Asolenopsia</i> , <i>Avoca</i> , <i>Basalys</i> , <i>Bruchopria</i> , <i>Caecopria</i> , <i>Coptera</i> , <i>Cruzium</i> , <i>Doddius</i> , <i>Doliopria</i> , <i>Eladio</i> , <i>Entomacis</i> , <i>Hansona</i> , <i>Idiotypa</i> , <i>Labidopria</i> , <i>Leucopria</i> , <i>Megaplastopria</i> , <i>Mimopria</i> , <i>Mimopriella</i> , <i>Mitropria</i> , <i>Monelata</i> , <i>Neivapria</i> , <i>Notoxoides</i> , <i>Omopria</i> , <i>Ortona</i> , <i>Paramesius</i> , <i>Philolestoides</i> , <i>Peckidium</i> , <i>Pentapria</i> , <i>Psychopria</i> , <i>Spilomicrus</i> , <i>Szelenyopria</i> , <i>Szelenyisca</i> , <i>Trichopria</i> , <i>Turriopria</i> , y <i>Xanthopria</i> (Masner & García 2002).
Dryinidae		Son parasitoides y normalmente también depredadores Auchenorrhyncha (Hemiptera) (Finnamore & Brothers 1993; Olmi <i>et al.</i> 2000; Guglielmino 2002). Géneros registrados para Bolivia son: <i>Aphelopus</i> , <i>Deinodryinus</i> , <i>Anteon</i> , <i>Bocchus</i> , <i>Dryinus</i> , <i>Trichogonatopus</i> (Olmi <i>et al.</i> 2000; Rasmussen & Asenjo 2009) y <i>Gonatopus</i> (Olmi <i>et al.</i> 2000; Virla & Olmi 2007).
Eucharitidae		Eucharitidae parasitan los estados inmaduros de Formicidae y se encuentran entre las más diversas parasitoides himenópteros de insectos sociales (Torréns 2013). Para Bolivia solo se tienen tres registros: <i>Dicoelothorax</i> (Torréns 2013, Torrén & Heraty 2012), <i>Galearia</i> (Heraty 2003, Torrén 2013) y <i>Orasema</i> (Heraty 2003).
Eucoilidae		Eucoilidos son parasitoides internos de las larvas de dípteros Calyprate, que emergen de pupas. Muchas especies están asociadas con el estiércol o la fruta podrida, pero la familia no se limita a estos hábitats (Ritchie 1993). Géneros que se han registrado en Bolivia es <i>Acantheucoela</i> (Díaz 1987), posibles géneros que pueden encontrarse son: <i>Steleucoela</i> , <i>Odontosema</i> , <i>Perischus</i> , <i>Zamischus</i> , <i>Caleucoela</i> , <i>Epicolea</i> y <i>Eucoila</i> (Fontal-Cazalla 2002).
Eupelmidae		Los miembros son parasitoides primarios o hiperparasitoides del huevo o de estadios larvales de varios insectos y arañas (Araneae) habitando en una amplia variedad de nichos (Gibson 1993). Géneros aún no se conocen registrados en Bolivia, pero posiblemente están presentes <i>Lecaniobius</i> (Myartseva <i>et al.</i> 2010) y <i>Calosota</i> (Gibson 2010).
Figitidae		Los figitideos son parasitoides, se dividen en tres grupos en cuanto a su biología: (1) parasitoides de larvas cecidógenas en agallas causadas por Cynipidae e Chalcidoidea (Euceroptinae, Pamipinae, Plectocynipinae y Thrasorinae); (2) parasitoides de himenópteros y neuropteros que atacan áfidos y psílidos (Anacharitinae e Charipinae); (3) parasitoides de larvas de Díptera que se desarrollan dentro del tejido vegetal o materia orgánica en descomposición (Ronquist <i>et al.</i> 2006). Los géneros registrados para Bolivia son: <i>Prosaspicera</i> (Pujade-Villar <i>et al.</i> 2009), <i>Alloxysta</i> (Ferrer-Suay 2013), <i>Aganaspis</i> (Wharton <i>et al.</i> 1998), <i>Acanthaegilips</i> (Restrepo-Ortiz 2010), <i>Perischus</i> (Pujade-Villar <i>et al.</i> 2005), <i>Lopheucoila</i> (Gallardo <i>et al.</i> 2009) y <i>Neralsia</i> (Pujade-Villar 2009).
Ichneumonidae		Todos los Ichneumonidae son parasitoides solitarios o muy raramente gregarios, atacando principalmente larvas y pupas de Lepidóptera, Coleóptera y Hymenoptera (Melo <i>et al.</i> 2012).
	Anomaloninae = (Anomalinae)	Endoparasitoides koinobionte de lepidópteros o coleópteros; oviposición es en larvas, con la emergencia siempre desde la pupa; adultos a menudo se encuentran en hábitats más secos de lo normal de toda la familia (Wahl 1993). De la subfamilia se han registrado para Bolivia tres géneros: <i>Podogaster</i> (Carrasco 1972), <i>Therion</i> (Porter 1999), y <i>Habronyx</i> (Porter 2007).
	Banchinae	Endoparasitoides koinobionte de larvas de Lepidóptera; Glyptini y Atrophini parasitan orugas en rollos de hojas, túneles, brotes y otras situaciones ocultas, mientras que Banchini parasitan anfitriones más expuestas (especialmente Noctuidae) (Wahl 1993). En Bolivia se ha registrado un solo género <i>Deleboea</i> (Ruiz 1998), pero es posible que estén presentes <i>Occia</i> y <i>Meniscomorpha</i> (Carrasco 1972).
	Campopleginae	Endoparasitoides koinobionte principalmente de lepidópteros o larvas Symphyta; algunos parasitan larvas Coleóptera y algunos parasitan Raphidiidae (Raphidioptera) (Wahl 1993). Solo existe un registro para Bolivia <i>Diadegma</i> (Ruiz 1998), posibles géneros presentes son: <i>Microcharops</i> (Muñoz <i>et al.</i> 2013), <i>Campoletis</i> (Baudino 2005) y <i>Cymodusa</i> (Yu <i>et al.</i> 2012).

Familias	Subfamilia	Características
	Ctenopelmatinae	Endoparasitoides koinobionte de Symphyta y rara vez de Lepidóptera; oviposición es huevo o larva, con la emergencia después de que el capullo madura (Wahl 1993). Son pocos géneros en la región Neotropical, para Bolivia aparentemente no existen registros, posibles géneros presentes son: <i>Lathrolestes</i> (Reshchikov <i>et al.</i> 2012), <i>Sialocara</i> , <i>Omarion</i> , <i>Catucaba</i> (Graf <i>et al.</i> 1991).
Ichneumonidae	Ichneumoninae	Endoparasitoides de lepidópteros; oviposición en larvas (koinobiontes) o pupas (idiobiontes); Muchas especies son sexualmente dicromaticas (Wahl 1993). En Bolivia se han registrado 8 géneros pero es posible que existan más registros: <i>Joppa</i> , <i>Limonethe</i> , <i>Trogomorpha</i> , <i>Areoscelis</i> (Carrasco 1972), <i>Hoplismenus</i> , <i>Platylabus</i> (Porter 1986), <i>Macrojoppa</i> (Carrasco 1972; Sime & Wahl 2002), <i>Dicaelotus</i> (Diller & Schoenitzer 2009).
	Labeniinae = (Labiinae)	Muchas especies son ectoparasitoides idiobiontes de larvas de coleópteros en el tejido vegetal; algunos pueden parasitar a otros huéspedes en situaciones similares. Groteini parasitan abejas solitarias, comiendo tanto la larva y almacena el polen; Brachycyrtini parasitan capullos de Chrysopidae (Neuroptera) y sacos de huevos Araneae. Especies <i>Poecilocrypus</i> son fitófagas, se alimentan de los tejidos de las agallas (Wahl 1993). Se posee un solo registro para Bolivia: <i>Apechoneura</i> (Carrasco 1972; Hanson <i>et al.</i> 2008)
	Lycorininae	Son parasitoides de larvas pequeñas Lepidóptera en rollos de hojas; probablemente endoparasitaria (Wahl 1993). A nivel mundial solo se conoce un solo género <i>Lycorina</i> (Wahl 1993; Fernández 2002), en Bolivia posiblemente nuevo registro.
	Microleptinae	Endoparasitoides de Stratiomyidae (Diptera), probablemente koinobiontes (Wahl 1993). No se tienen datos para Bolivia, posiblemente <i>Cylloceria</i> registrado por Carrasco (1972) para el Perú, se encuentre presente.
	Ophioninae	Endoparasitoides koinobionte solitarios de larvas de insectos holometábolos. La mayoría de los registros de hospederos son de Lepidoptera, particularmente especies de Noctuidae, Lymantridae, Lasiocampidae, Arctidae, Sphingidae y Saturniidae. Hay muy pocos registros de Microlepidoptera o Rhopalocera. Se sabe que una especie neártica parasita larvas de una especie parasita Scarabaeidae (Coleoptera) (Gauld & Lanfranco 1986; Wahl 1993). Géneros registrados para Bolivia son <i>Prethophion</i> , <i>Sicophion</i> (Gauld & Lanfranco 1986), <i>Enicospilus</i> , <i>Thyreodon</i> (Carrasco 1972), <i>Alophophion</i> (Alvarado 2013) y posiblemente se encuentren presente <i>Ophion</i> .
	Pimplinae = (Ephialtinae)	La mayoría son ectoparasitoides idiobiontes de larvas y pupas de Holometabola. Los anfitriones son generalmente inyectados con veneno en la oviposición y matan o paralizan. Especies de Pimplini suelen ser endoparasitoides de prepupas y pupas Lepidoptera (Wahl 1993). Para Bolivia aparentemente se tienen dos registros: <i>Theronia</i> (Carrasco 1972) y <i>Xanthopimpla</i> (Gomez 2014).
	Xoridinae	Ectoparasitoides idiobiontes de coleópteros xilófagos y Symphyta. La mayoría parasita las larvas, pero pueden usar pupas y pre-eclosión de adultos (Wahl 1993). Para Bolivia no se tiene registrado, posiblemente <i>Xorides</i> registrado por Graf (1995) para Brasil, se encuentre presente.
Mutillidae		Todas las especies son solitarias. Las larvas son ectoparasitoides idiobiontes de los inmaduros (normalmente larvas o pupas) de otros insectos, especialmente de pre-pupas de abejas y avispas pero también Cyclorrhapha (Diptera), Lepidoptera, Coleoptera, y Blattodea (Brothers & Finnamore 1993; Melo <i>et al.</i> 2012). Géneros registrados para Bolivia son <i>Lynnchiatilla</i> , <i>Horcomutilla</i> , <i>Xystromutilla</i> (Fritz 1992), <i>Traumatomutilla</i> (Wilson 2010), <i>Lomachaeta</i> (Pitts & Manley 2004), <i>Darditilla</i> , <i>Tallium</i> (Fernandez 2002).
Mymaridae		Son todos endoparasitoides primarios de huevos de insectos, con cierta preferencia por Hemiptera. Entre tanto, también fueron descritas especies que parasitan huevos de Coleoptera, Lepidoptera, Diptera, Orthoptera, Odonata, Thysanoptera y Psocoptera (Melo <i>et al.</i> 2012). Se han registrado para Bolivia 5 géneros: <i>Polymena</i> (Aquino 2013), <i>Gonatocerus</i> (Triapitsyn <i>et al.</i> 2010), <i>Parapolyntema</i> (Huber 2013), <i>Erythmelus</i> (Triapitsyn <i>et al.</i> 2007), <i>Bruchomymar</i> (Fidalgo 1992).
Orussidae		Son parasitoides de larvas xilófagos de coleópteros e himenópteros (Goulet 1993). Hasta el momento solo se han registrado dos géneros para Bolivia: <i>Ophrella</i> y <i>Ophrynopus</i> (Vilhelmsen <i>et al.</i> 2013).

Familias	Subfamilia	Características
Pelecinidae		Existe una sola especie <i>Pelecinus polyturator</i> ; puede parasitar larvas de algunas especies de <i>Phyllophaga</i> (Coleóptera, Scarabaeidae) (Masner 1993; Melo <i>et al.</i> 2012). En Bolivia se encuentra presenta este género.
Pompilidae		Todas estas especies de biología conocida utilizan las arañas para alimentar a sus larvas, ya sea por la captura activa y parálisis permanente (Pepsinae y Pompilinae), o como parálisis temporal (Pompilinae son parasitoides idiobiontes secundarios) o comportamiento cleptoparasítico en los nidos de otras pompilídeos (Ceropalinae) (Melo <i>et al.</i> 2012).
	Ceropalinae	La mayoría de las especies son cleptoparasitos de otros pompilidos, pero algunos son ectoparasitoides de arañas vivas (Brothers & Finnamore 1993). En Bolivia aún no se han registrado géneros, pero a nivel Neotropical existen <i>Ceropales</i> e <i>Irenangelus</i> (Fernández 2002).
Scelionidae		Son parasitoides internos predominantemente primarios de huevos de insectos; muy inusualmente hiperparasitoides facultativos (Melo <i>et al.</i> 2012). Se han reportado cinco géneros en Bolivia, como: <i>Telenomus</i> (Brewer <i>et al.</i> 1978), <i>Thoron</i> (Johnson & Masner 2004), <i>Duta</i> (Masner 1991), <i>Phanuropsis</i> y <i>Trissolcus</i> (Margaria 2009).
Sphecidae		Son avispas predadoras, pero dentro de la familia, existe una amplia gama de comportamiento, que van desde parasitoides a sociales primitivos (Finnamore & Michener 1993).
	Ammophilinae	Sus presas consisten usualmente larvas de Lepidóptera y Symphyta (Finnamore & Michener 1993). No existen registros aun para Bolivia, pero es posible que esté presente <i>Eremnophila</i> se encuentre presente (Garcete-Barrett 2001) y otros géneros como: <i>Ammophila</i> y <i>Podalonia</i> (Fernandez 2002).
	Sphecinae	Sus presas son orthopteros, principalmente Tettigoniidae y Acrididae (Finnamore & Michener 1993). Para Bolivia no existen registros según Fernández (2002), a nivel neotropical pueden existir: <i>Isodontia</i> , <i>Sphex</i> y <i>Prionyx</i> (Fernandez 2002).
Tiphiidae		Todas las especies son solitarias. Las larvas son generalmente ectoparasitoides de larvas de coleópteros que viven en el suelo, la pupación ocurre dentro del sustrato ocupada por el anfitrión (Brothers & Finnamore 1993).
	Methochinae	Las larvas son ectoparasitoides sobre las larvas de Cicindelinae viven en el suelo (Coleóptera) (Brothers & Finnamore 1993). Un solo género registrado a nivel Neotropical <i>Methoca</i> (Fernandez 2002), para Bolivia no se tienen registros.
Tiphiidae	Thynninae	Las larvas son ectoparasitoides en la Scarabaeoidea larva (Coleóptera); una especie parasita Gryllotalpidae (Grylloptera). Algunas especies se han utilizado para el control biológico (Brothers & Finnamore 1993). Para Bolivia se tiene un solo registro <i>Brethynnus</i> (Genise & Kimsey 1991), aunque pueden haber los siguientes géneros <i>Elaphroptera</i> y <i>Upa</i> (Fernandez 2002).
	Tiphiinae	Las larvas son ectoparasitoides sobre las larvas de Scarabaeoidea (Coleóptera). Unas pocas especies se han utilizado para el control biológico (Brothers & Finnamore 1993). Genero registrado para Bolivia es <i>Elaphroptera</i> (Rasmussen & Asenjo 2009). Y existe la posibilidad de encontrar <i>Epomidiopteron</i> y <i>Tiphia</i> (Fernandez 2002)
Torymidae		Cerca de 85% de las especies son entomófagas y 15%, fitófagas (Gibson 1993). Aparentemente solo se ha reportado un género para Bolivia <i>Macrodasyrceras</i> (Grissell 1995).

Uso del suelo, cobertura y fragmentación de bosques montanos tropicales del Parque Nacional y Área Natural de manejo Integrado Serranía del Iñaño

Soil use, cover and fragmentation in montane tropical forest of the Serranía del Iñaño National Park and Natural Integrated Managed Área

Reinaldo Lozano Ajata ^{1*} & Cristhian Negrete ^{1,2}

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

² Carrera de Ingeniería en Desarrollo Rural, Facultad Ciencias Agrarias. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca,

*mussreyraldo@gmail.com

Resumen

El análisis del cambio de cobertura y uso de suelo, tiene una importancia relevante para el manejo y conservación de los Bosques Tropicales. El objetivo de la investigación fue identificar el cambio de uso, cobertura y fragmentación del suelo entre los periodos 2000 y 2011 en un Bosque Subtropical. Usando imágenes satelitales LandSat 5 y Sistemas de Información Geográfica para el procesamiento. Se identificaron Tres categorías generales Agricultura, Matorral y Bosque, este ultimo presentó una mayor proporción en disminución en superficie de 4 000 ha, para Matorral se redujeron 11 330 ha y en Bosque 17 415 ha. La vegetación natural redujo las superficies en las categorías: Bosque perturbado denso, Bosque perturbado ralo y Matorral denso, con un incremento porcentual en la categoría Bosque denso y el matorral ralo. Para el uso de suelo agrícola (AGR), se tuvo una ligera reducción porcentual para el año 2011. El número de fragmentos incrementó en las categorías Bosque Denso y Agricultura (BOD y AGR) en una proporción menor al 50%.

Palabras clave: Bosque montano, cobertura, fragmentación, suelo.

Abstract

The analysis of change in cover and soil use has a degree of importance relevant to the management and conservation of Tropical Forests. The objective of the investigation was to identify the change in use, coverage and fragmentation of soil in the period between 2000 and 2011 in a Subtropical Forest, using LandSat 5 satellite images and GIS for processing information. Three general categories were identified, Agriculture, Scrub, and Forest. Agriculture was observed to have reduced 4000 ha. Scrub reduced 11300 ha and Forest 17145 ha. Natural vegetation reduced the coverage in the categories: Dense disturbed forest, Thin disturbed forest, and Dense scrub, with a percentage increment in the category Dense forest, and Thin scrub. For the use of agricultural soil AGR, there was a slight percentage reduction for the year 2011. The number of fragments increased in the categories BOD and AGR, less 50%.

Key words: Cover, fragmentation, soil, tropical forest.

Introducción

El uso del suelo es el resultado de la interacción de una serie de factores biofísicos que operan en un rango de escalas espaciales y temporales (Rodríguez 2011). En este sentido la magnitud y velocidad de las alteraciones antropogénicas sobre los recursos naturales por parte de las sociedades humanas ponen presión en el uso del suelo (Trejos 2004, Lambin et al. 2006).

Se estima que durante el último siglo, la mayor parte de los ecosistemas mundiales fueron afectados por el cambio del uso del suelo y los impactos se han producido por la pérdida y transformación de ecosistemas boscosos para el desarrollo agrícola, ganadero, forestal y urbano (Bocco et al. 2009, Von-Thaden 2012). Los ecosistemas boscosos también incluyen áreas naturales protegidas (ANP), que están sufriendo cambios y modificaciones en la estructura y funcionalidad de los paisajes, además se debe agregar que la fragmentación de los hábitats naturales en áreas protegidas por acción antropogénica es más acentuada que en los naturales los cuales conducen a la reducción de la biodiversidad (Fernández 2000, Vallecillo 2009). Los factores demográficos, en particular la relación entre el incremento poblacional y la expansión de la frontera agropecuaria, se han considerado como una de las principales fuerzas modificadoras del paisaje (Verbug et al. 1999, Crespo 2001, Navarro & Ferreira 2004, Wang 2008).

Sin embargo los cambios en uso del suelo son cada vez más rápidos (Rodríguez 2011), por esta razón esta investigación analiza el cambio de uso de suelo incluyendo las dimensiones espacio y tiempo, a fin de categorizar y resumir con mayor precisión la relación que guarda el hombre con su medio, con el propósito de proponer estrategias que mitiguen su impacto ambiental, siendo un instrumento que apoye la toma de decisiones para la conservación biológica en bosques montano tropicales. En este sentido la investigación está dirigida al análisis del cambio de uso de suelo, cobertura y la fragmentación estructural de los Bosques Montanos Tropicales del sector ubicado en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño, en el departamento de Chuquisaca, Bolivia.

Materiales y Métodos

Área de estudio

La investigación se realizó en bosques semi húmedos, en la Cordillera Oriental de los Andes en Bolivia (Navarro & Ferreira 2004), en el área protegida Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado, Serranía del Iñaño, geográficamente ubicada en las coordenadas 19°00' S y 64°09' W en el departamento de Chuquisaca (Fig. 1), con serranías de tendencia paralela y estilo tectónico predominantemente isoclinal, que están situadas en promedio por debajo de unos 2000 m de altitud (Serrano 2003), con cursos de agua que vierten en la cuenca del río Grande (Navarro & Maldonado 2002). Los bosques son mayormente siempre verdes con un dosel de 25-30 m de alto; la estructura es compleja, en bosques no alterados dominan dos especies de Myrtaceae, Lauraceae, Meliaceae; en las cabeceras de los valles expuestos a los vientos húmedos están presentes bosques de Aliso *Alnus acuminata* spp. *acuminata* y el pino del cerro *Podocarpus parlatorei* y en laderas más xéricas se encuentran bosquecillos abiertos de *Polylepis besseri* (Lieberman 1991, Killeen et al. 1993).

Recopilación de información espacial

Se realizó comparaciones entre los años 2000 y 2011 con el fin de observar el comportamiento de la cobertura y uso del suelo a lo largo de todo el periodo, se calcularon superficies y porcentajes como un primer acercamiento a un análisis más exhaustivo, en un lapso de tiempo de 11 años, en el PN ANMI Serranía del Iñaño.

Las imágenes satelitales para este estudio se seleccionaron del departamento de geografía del Instituto Nacional de Investigación Espacial (DGI - INPE) del Brasil (<http://www.dgi.inpe.br>), de los años 2000 y 2011 de los meses entre julio a agosto del satélite LANDSAT 5, teniendo en cuenta la calidad de la imagen y porcentaje mínimo de nubosidad.

Se obtuvo cuatro imágenes satelitales Landsat TM: Path / Row 231/073 y 231/074 (Tabla 1) en las que se realizaron correcciones radiométricas, atmosféricas y geométricas y posterior clasificación no supervisada según el método del Museo de Historia Natural (2008) y Killeen et al. (2005).

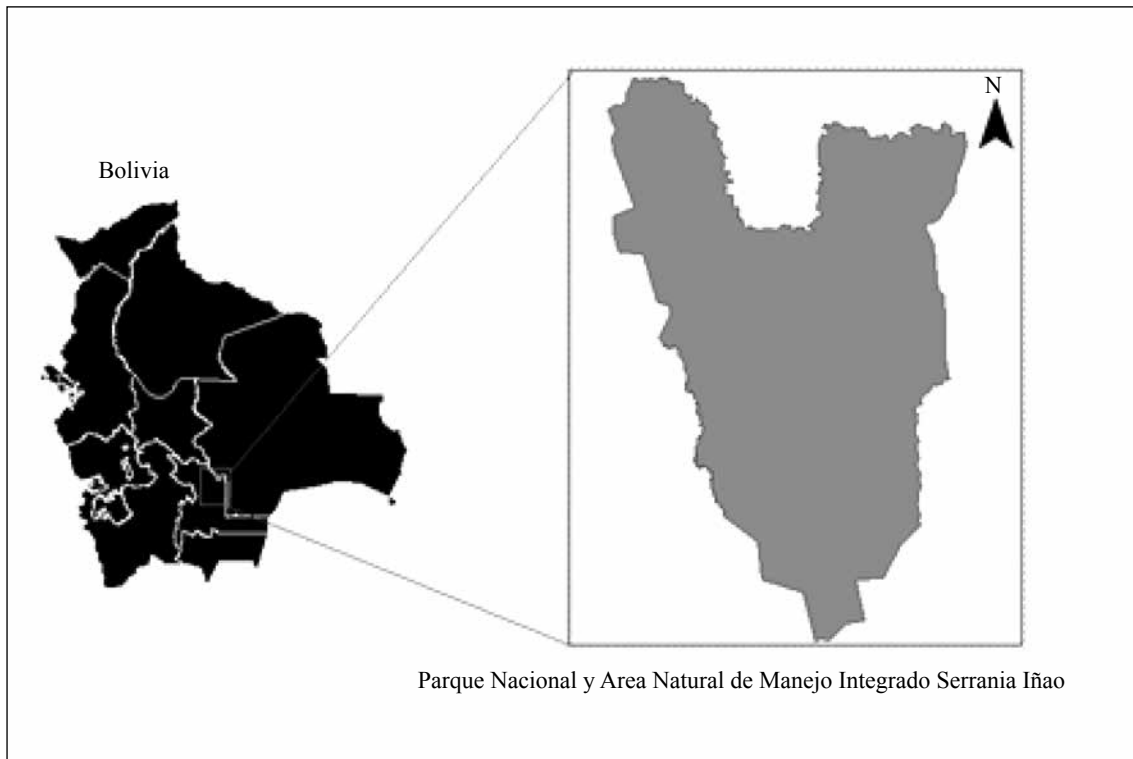


Figura 1. Mapa de ubicación del PN ANMI Iñao en el Departamento de Chuquisaca.

Tabla 1. Imágenes Satelitales utilizadas en el estudio.

No.	Tipo de Imagen	Escenas(Path / Row)	Fecha (año-mes-día)
1	LANDSAT 5 (TM)	231/074	2000 - 07 - 31
2	LANDSAT 5 (TM)	231/073	2000 - 07 - 31
3	LANDSAT 5 (TM)	231/074	2011 - 06 - 12
4	LANDSAT 5 (TM)	231/073	2011 - 06 - 12

A partir de los mapas de cobertura de las áreas en estudio se calcularon las métricas de paisaje con el uso del programa Patch Analyst 5.1 (Rempel et al. 2012) extensión de ArcGIS 10 que tiene la capacidad de generar métricas a nivel de parches, clases y paisaje. Las métricas se calcularon a nivel de clases en archivos en formato Shape. Dos métricas se seleccionaron para determinar el grado de fragmentación: número de fragmentos de un ecosistema (NP – N° of Patches), tamaño medio de los fragmentos (MPS - Mean Patch Size), Para el cálculo de los índices de fragmentación se usarán las siguientes fórmulas:

$$NP = n \quad (1)$$

Dónde: NP = número de fragmentos de un ecosistema, n = número de fragmentos j de un ecosistema

$$MPS = \frac{\sum_{j=1}^n a_{ij}}{n_i} \left(\frac{1}{10,000} \right) \quad (2)$$

Dónde: MPS = Tamaño medio de los fragmentos, a_{ij} = Superficie (m²) del fragmento j, n = Número de fragmentos j en el ecosistema i

Para el análisis estadístico se utilizó estadística descriptiva, medias de las variables y medidas de dispersión como la desviación estándar (S), error estándar (SE) y correlación entre el centro urbano y las diferentes comunidades, los análisis estadístico se realizaron en el programa SigmaPlot 11.

Consideraciones éticas

La validación de la cobertura y uso del suelo de las áreas estudiadas se efectuó bajo los permisos obtenidos ante el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNAP) Iñao y las directivas de cada comunidad estudiadas.

Resultados

Cambio de cobertura y uso de suelo

Las clases espectrales en el PN ANMI Serranía del Iñao se reclasificaron y se obtuvieron seis clases de cobertura y uso del suelo, teniendo ocho en la categoría cobertura y uno en uso del suelo, adaptadas en base a la clasificación del mapa de cobertura y uso del suelo de Bolivia (UNIT 2010) (Tabla 2).

Tabla 2. Clases espectrales codificados que muestran las superficies en ha de dos periodos de tiempo

Cobertura y uso	Código	2000	2011
		Área (ha)	Área (ha)
Agricultura	AGR	13 067.51	9 978.79
Bosque denso	BOD	11 046.20	41 604.33
Bosque perturbado denso	BPD	96 375.05	83 562.19
Bosque perturbado ralo	BPR	35 756.55	35 427.27
Matorral denso	MAD	21 255.10	14 773.82
Matorral ralo	MAR	7 033.42	24 844.93

Se presentan las clases espectrales de cobertura y uso de suelo que incrementaron y disminuyeron en la diferencia de superficie (Fig. 1). Las clases que se redujo en tamaño fueron dos teniendo las clases Matorral Denso (MAD) 67%. Las coberturas y usos que incrementaron fueron Matorral Ralo (MAR) con 100% y 67% respectivamente, en base a la superficie en ha (Fig. 2).

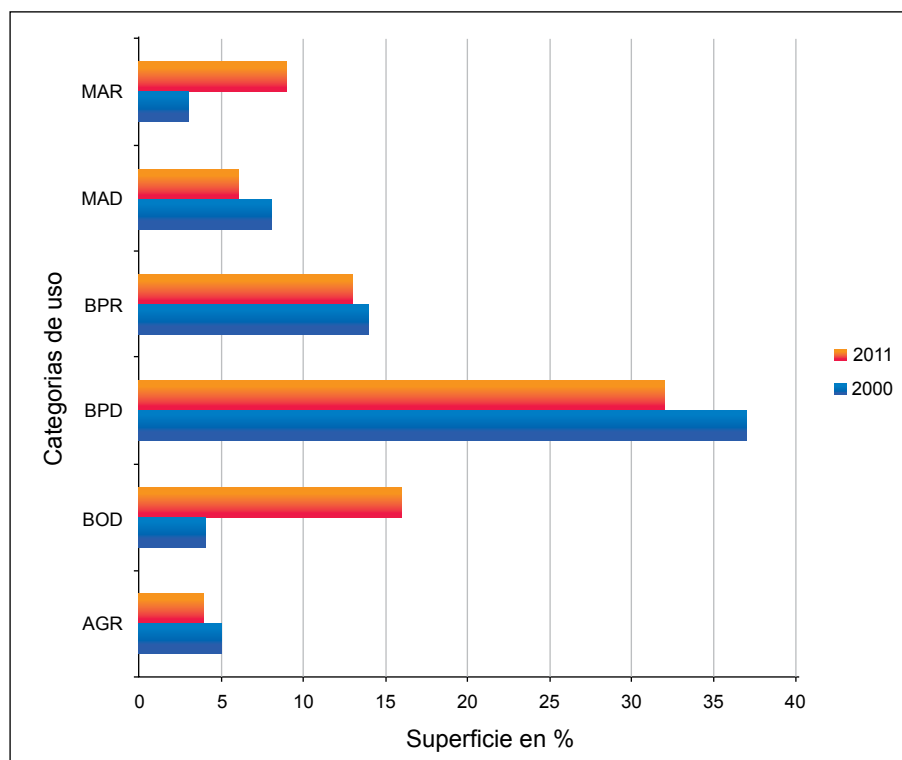


Figura 2. Cambios porcentuales por categoría de uso en el PN ANMI Serranía del Iñao entre 2000-2011.

Grado de fragmentación del paisaje

De manera general se presentan las métricas número de fragmentos y tamaño promedio de parches (Tabla 3) para ambos años (2000 y 2011). A continuación se exponen los índices de fragmentación y la comparación de los cambios temporales ocurridos en la cobertura y uso del suelo a nivel de clase.

Tabla 3. Numero de parches y tamaño promedio de parches en ha y sus diferencias para el periodo 2000 y 2011.

Métricas	Año		Diferencia	
	2000	2011	Cantidad	%
TLA (ha)	26 3746.45		0	0
CA (ha)	26 374645		0	0
NUMP	32 3797	29 3585	-3 0212.0	-9.33
MPS (ha)	16.01625	22.979425	7.0	43.48

El incremento, la disminución o la permanencia de la superficie correspondiente a cada tipo de cobertura se presenta en la Tabla 4. El porcentaje de cambio en el número y tamaño de parches para el periodo 2000 y 2011, muestra que el bosque denso incrementa en tamaño y número de parches en 87 y 116% y por el contrario el matorral denso disminuyó notablemente entre el tamaño y número de parches 49% y 51% (Fig. 3).

Tabla 4. Tamaño promedio y número de parches en los periodos (2000,2011) y sus diferencias.

Cobertura y uso	2000		2011		Diferencia	
	NUMP	MPS	NUMP	MPS	NUMP	MPS (ha)
AGR	1 390	8.646	1724	5.37	334	-3.28
BOD	28 535	0.359	61 746	0.67	33211	0.31
BPD	77 443	1.535	62 496	1.32	-14947	-0.21
BPR	68 840	0.367	52 531	0.68	-16309	0.31
MAD	60 889	0.316	29 577	0.47	-31312	0.15
MAR	24 602	0.281	22 964	1.16	-1638	0.88

Abreviatura: TLA: Total superficie del área, CA: Área total de parches, NUMP: Número de parches, MPS: Tamaño promedio de parches.

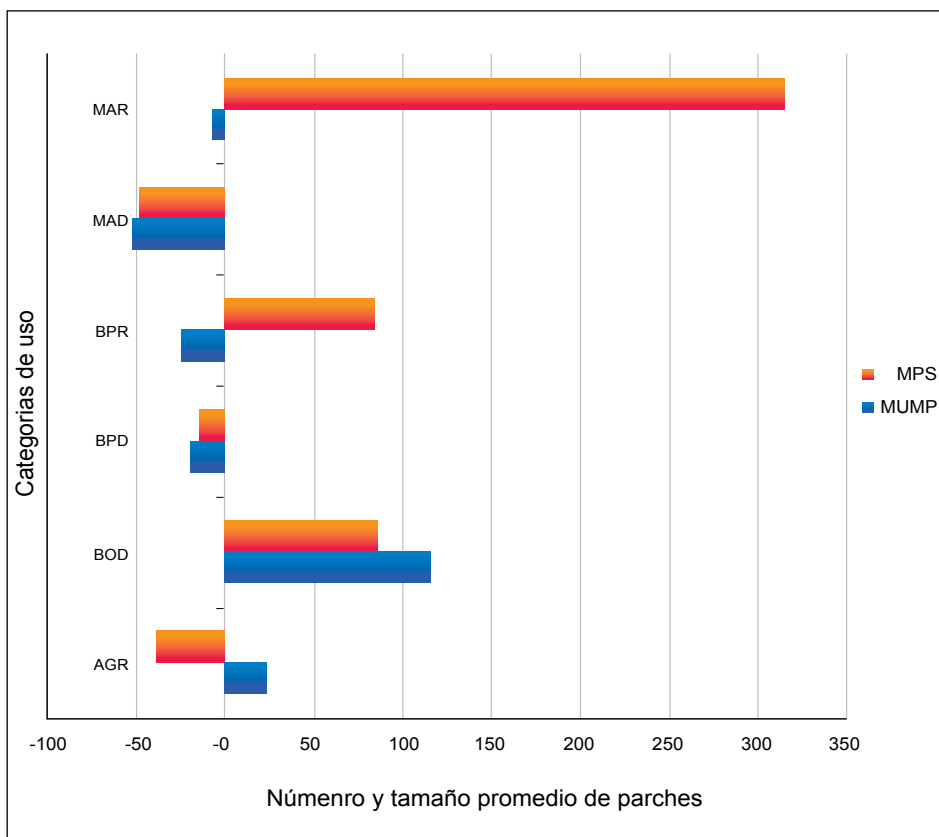


Figura 3. Incremento y disminución del número de parches NUM y el tamaño promedio de parches MPS.

Discusión

Un resultado peculiar de este análisis, lo representan las tierras de cultivo que están representadas por agricultura (AGR) las cuales son consideradas una de las principales causas de los cambios de cobertura y uso del suelo en el mundo, lo cual supondría que su dinámica de cambio debería ser generalmente positiva, es decir, presentarse en constante incremento en superficie. Los resultados en este trabajo indican que entre el 2000 y 2011 esta categoría perdió 3 088.72 ha (25%), representando una disminución de 13 067.51 a 9 978.79 ha. Entre las clases con mayor porcentaje de decremento se reporta la categoría Matorral Denso con 33%. Entre las clases con menor decremento se encuentran: Bosque perturbado ralo 7%, Bosque Perturbado Denso 15%. La notable disminución de la clase Agricultura corrobora los resultados de otros estudios que se realizaron en el área protegida. Peñaranda (2010) indica que a partir del año 2000 que se presenta un incremento de la cobertura de bosque por regeneración y reducción de la presión antrópica sobre el bosque.

Por otro lado las métricas de fragmentación de los ecosistemas son indicadores de estado, que da una visión de la composición y configuración de los ecosistemas, a través de medidas de área, forma o borde de los fragmentos. Estos factores determinan la dinámica de los procesos ecológicos al interior de los ecosistemas y se convierten en una herramienta de análisis en la toma de decisiones políticas para el manejo y uso de los recursos naturales (Pinto 2006). Para el caso de este estudio, el uso agrícola (AGR) ha tenido un incremento para el año 2011 del 25%, sin embargo ha tenido una disminución del tamaño promedio de las superficies mayor a 30%.

Conclusiones

La vegetación natural redujo las superficies en las categorías Bosque perturbado denso, Bosque perturbado ralo y Matorral denso, con un incremento porcentual en la categoría Bosque denso y el matorral ralo. Para el uso de suelo agrícola AGR, se presentó una ligera reducción porcentual para el año 2011. El número de fragmentos incrementó en las categorías BOD y AGR cerca al 50%. En la categoría bosques ha tenido un comportamiento descendente el cual

fue reduciendo el número de parches o fragmentos al igual que su tamaño promedio, con el caso particular de Bosque ralo que en este caso el tamaño promedio incrementó más del 50%. En la clase espectral Matorral denso disminuyeron la cantidad de fragmentos y tamaño promedio, por el contrario Matorral ralo incrementó notablemente el tamaño de fragmentos para el periodo 2011.

Referencias

- Bocco, G., F.A. Rosete Vergés & J.L. Pérez Damián, 2009. Cambio de uso del suelo y vegetación en la Península de Baja California, México. *Investigaciones Geográficas, Boletín del Instituto de Geografía*, 67, 39-58.
- Chehbouni, A., R. Escadafal, G. Boulet, B. Duchemin, V. Simonneaux, G. Dedieu, B. Mougenot, S. Khabba, H. Kharrou, O. Merlin, A. Chaponnière, J. Ezzahar, S. Erraki, J. Hoedjes, R. Hadria, A. Abourida, A. Cheggour, F. Raibi, L. Hanich, N. Guemouria, Ah. Oliosio, F. Jacob, J. Sobrino. 2006. Integrated modeling and remote sensing approach, toward a sustainable management of water resources in a semi-arid region: the SUDMED project. *International Journal of Remote Sensing*.
- Crespo, P., C. Coello, V. Iñiguez, F. Cisneros, M. Ramírez & J. Feyen. 2008. Evaluación de SWAT 2000 como herramienta para el análisis de escenarios de cambio de uso del suelo en microcuencas de montaña del Sur del Ecuador. XI Congreso de la Ciencia del Suelo, Quito, Ecuador 3-5.
- Fundación Amigos del Museo Noel Kempff. (FAMNK). 2008. Análisis del Cambio en la Cobertura del Suelo dentro de las Áreas Protegidas del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Bolivia (SNAP), para el periodo 2005-2007. Informe técnico. Santa Cruz, Bolivia.
- Fernández, H.R. 2000. Zoogeografía aplicada: Conservación de la biodiversidad. FCN e IML Serie monográfica y didáctica, Argentina 16:19
- Killeen, T. J., E. García E. & S. G. Beck. 1993. Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia- Missouri Botanical Garden, Edt. Quipus srl. La Paz. 20.
- Killeen, T. J., T. M. Siles, L. Soria, & L. Correa. 2005. Estratificación De Vegetación Y Cambio De Uso De Suelo En Los Yungas Y Alto Beni De La Paz. *Ecología en Bolivia* 40 (3):32-78.
- Killeen, T. J., V. Calderón, L. Soria, B. Quezada, M. K. Steininger, G. Harper, L. Solórzano & C. J. Tucker. 2007. Thirty Years of Land-cover Change in Bolivia. *Ambio* (36) 7
- Lambin, E. & H. Geist (Eds). 2006. Land use and land cover change. Local processes and global impacts. *Global Change-The IGBP Series*. Berlín, Springer.
- Liberman, M. C. 1991. Situación ambiental de Bolivia. pp. 77-140. En: CIEDLA. La situación ambiental en America Latina, algunos estudios de caso. Impreso en Balada-Buschi S. A. Argentina.
- Navarro, G. & M. Maldonado. 2002. Geografía ecológica de Bolivia, vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño- Departamento de Difusión, Cochabamba. 719.
- Navarro, G. & W. Ferreira. 2004. Zonas de vegetación potencial de Bolivia: una base para el análisis de vacíos de conservación. *Rev. Bol. Ecol.* 15: 1-40.
- Peñaranda, J. 2010. Análisis multitemporal del cambio de cobertura forestal en una cronosecuencia de 20 años (1988 – 2008) mediante uso de sensores remotos y sistemas de información geográfica (SIG) en el PN - ANMI Serranía del Ñaño, Chuquisaca. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA 2. Sucre. 134.
- Pinto, J. N. 2006. Ecología del paisaje en el municipio de San Julian departamento de Santa Cruz- Bolivia. Tesis de Licenciatura.
- Rempel, R. S., D. Kaukinen & A. P. Carrel. 2012. Patch Analyst y Grid Patch. Ontario Ministerio de Recursos Naturales. Centro de Investigación de Ecosistemas Forestales del Norte, Thunder Bay, Ontario.
- Rodríguez, N. 2011. Deforestación y cambio en la cobertura del suelo en Colombia: Dinámica espacial, factores de cambio y modelamiento. Tesis doctoral. Facultad de Ciencias, Departamento de Biología Animal, Vegetal y Ecología. 127.
- Serrano, M. 2003. Estructura y composición de bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el manejo

- de los bosques forestales en la serranía del Iñao, Bolivia. CATIE, Turrialba Costa Rica.
- Trejos, Noel. 2004. Dinámica del uso de la tierra e identificación de las áreas críticas de la región de la playa venado, provincia de Los Santos, Republica de Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR. CATIE, Costa Rica. 2.
- Vallecillo, R. S. 2009. Los cambios en el paisaje y su efecto sobre la distribución de las especies: modelización y aplicación a la conservación de las aves de hábitats abiertos en paisajes mediterráneos. Tesis Doctorado, Universidad de Lleida.
- Verburg, P., G. De Koning, K. Kok, A. Veldkamp. & J. Bouma. 1999. A spatial explicit allocation procedure for modelling the pattern of land use change based upon actual land use. *Ecological modelling*, 116, 45-61.
- Von-Thaden, J.J. 2012. Cambio de uso de suelo y cobertura vegetal en el municipio de Guelatao de Juárez, Oaxaca, México. Tesis Licenciatura, Universidad de La Sierra Juárez.
- Wang, S., S. Kang, L. Zhang, F. Li. 2008. Modelling hydrological response to different land-use and climate change scenarios in the Zamu River basin of northwest China. *Hydrological Processes*. 22: 2502-2510

Insectos en el cultivo de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* en las comunidades de Las Casas y Naranjal del Municipio de Padilla

Insects of pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) fields in the communities of Las Casas and Naranjal, Municipality of Padilla

Julio Cesar Ramírez Balcera^{1*} & Roberto Acebey Aldunate²

¹Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre - Bolivia.

²Docente responsable de componente agroecología, Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre - Bolivia.

*j.cesar_0903@hotmail.com

Resumen

Se evaluó la abundancia y diversidad de insectos presentes en cultivos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (ají), en las comunidades de Naranjal y Las Casas, del Municipio de Padilla, del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Para la metodología de investigación se seleccionaron ocho parcelas con cultivo de ají, cuatro en la comunidad de Naranjal y cuatro en Las Casas. En cada parcela se instalaron trampas de color amarillo, a 25 y 50 cm de altura, para la observación, captura y monitoreo respectivo de los insectos, en el periodo de enero y junio del 2012. Los resultados obtenidos en ambas comunidades indican la presencia de 18 especies de insectos de 5 órdenes, 7 especies del orden Coleoptera, 4 especies del orden Hemiptera, 3 especies del orden Diptera, 3 especies del orden Hymenoptera y 1 especie del orden Orthoptera. La mayor la diversidad de insectos según el índice Simpson (λ) se registró en la comunidad de Las Casas, a diferencia de la comunidad de Naranjal. El índice de similaridad de insectos según Sorensen (I_s), en las dos comunidades fue alta, con un promedio de 90.62%, lo que indica que hay una alta similaridad.

Palabras clave: Abundancia, agroecosistema, diversidad, inventario de insectos.

Abstract

We measured the abundance and diversity of insects in chili pepper (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) crops in the communities of Las Casas and Naranjal in the municipality of Padilla, within the Serranía of Iñaño National Park and Integrated Management Natural Area. The experimental design was eight pepper fields, four in the community of Naranjal and four in Las Casas. In each plot we installed yellow traps at heights of 25 and 50 cm, to observe, capture and monitor insects from January to June 2012. The results from both communities indicate the presence of 18 insect species from 5 orders: 7 from Coleoptera, 4 from Hemiptera, 3 from Diptera, 3 from Hymenoptera and 1 from Orthoptera. According to the Simpson index (λ), the greater insect diversity was recorded in the community of Las Casas. The Sorensen similarity index (SI), for insects in the two communities was an average of 90.62%, which indicates a high similarity.

Key words: Abundance, agroecosystem, diversity, insect inventory.

Introducción

Los insectos son los organismos más diversos de la tierra, estos se encuentran en diversos ecosistemas tanto naturales y modificados como son los cultivos (agroecosistemas). Se estima que un 62% de los insectos son particularmente insectos herbívoros (Wilson 1988) y es posible que no se hayan determinado ni la mitad de las especies de insectos que habitan estos ecosistemas (Stork 1988). Desde el punto de vista agronómico, es necesario conocer la diversidad de los insectos en los cultivos. Estos datos permiten hacer inferencias para el manejo de los agroecosistemas, mejorando el rendimiento de los cultivos y el aprovechamiento de la diversidad local (Parker et al. 1992).

Durante los últimos años se ha observado que ciertas especies de insectos en cultivos, son una amenaza para la producción de alimentos. Uno de los métodos convencionales que más se utiliza para combatir plagas, sigue siendo el control químico. Sin embargo, por esta vía no ha sido posible contrarrestar el ataque a cultivos, por el contrario las plagas han adquirido mayor resistencia, además el uso frecuente de estos químicos, ha permitido la contaminación del ambiente, un incremento de riesgo para la salud animal y humana, a consecuencia de ello se tienen efectos negativos en los insectos benéficos (Solórzano et al. 2004).

El cultivo de ají presenta diferentes plagas, entre los principales están los gusanos defoliadores y masticadores de frutos (Lepidoptera y Coleoptera), picadores: araña roja (Acari), trips, (Thysanoptera), pulgones y mosca blanca (Hemiptera), moscas minadoras (Diptera) y parásitos como nematodos (Tylenchida) (Narrea 2012, Zitter & Mc Grath 2004). En Bolivia una de las plagas importantes que atacan con mayor frecuencia el ají, es la mosca minadora del ají *Neosilba pendula* (Lonchaeidae) (Bejarano, 2013). Esta especie ha sido reportada en las áreas importantes de producción de ají de la región de Chuquisaca como son: Tomina, Azurduy, Nor Cinti, Sud Cinti, Hernando Siles, Luis Calvo y Belisario Boeto (Gonzales 1994, FTDA Valles 2007, Cardozo & Jiménez 2014).

Actualmente existe el interés de identificar otras especies de insectos que estén asociadas al ataque del cultivo, debido a que Chuquisaca es el primer productor de ají, con el 92% de la producción

nacional (FTDA Valles 2007). Este cultivo de importancia económica para pequeños agricultores, es vulnerable a disminuir su producción debido al incremento en la incidencia de plagas. Por ello este trabajo se tuvo como objetivo de evaluar la diversidad y abundancia de insectos presentes en los agroecosistemas de ají del área protegida Serranía del Ñaño.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El trabajo se desarrolló en agroecosistemas del área protegida Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. Los agroecosistemas evaluados fueron parcelas cultivadas ubicadas en las comunidades de Naranjal y Las Casas (Municipio Padilla). Se seleccionaron cuatro parcelas con cultivo de ají en cada comunidad, todas las parcelas agrícolas son propiedad de los productores (Tabla 1).

Tabla 1. Nombre de los productores y codificación de las parcelas con las iniciales de los propietarios.

Comunidad	Propietario	Código de la parcela
Naranjal	David Mendoza	DAME
Naranjal	Pedro Cárdenas	PECM
Naranjal	Pedro Cárdenas	PECA
Naranjal	Juan Pablo Solís	JUSO
Las Casas	Francisco Solís	FRSO
Las Casas	Silverio Solís	SISO
Las Casas	Catalina Torres	CATO
Las Casas	Celia Padilla	CEPA

Diseño de muestreo

El método utilizado en esta investigación, consistió en realizar los siguientes pasos:

- 1 Selección de muestreo.
- 2 Selección de áreas de muestreo.
- 3 Identificación de factores de diseño.
- 4 Instalación de trampas.
- 5 Registro e interpretación de datos

Diseño de muestreo

Se definió como factor de diseño las dos comunidades seleccionadas (Naranjal y Las Casas). se seleccionaron cuatro repeticiones, cuatro parcelas en cada comunidad, donde se tenía presente el cultivo de ají, en las cuales se instalaron las trampas para insectos.

Se instalaron las trampas, a partir de la primera semana de noviembre hasta la tercera semana de diciembre, se inició con la captura de insectos presentes en las almacigueras, siguiendo muy de cerca los procedimientos y cuidados fitosanitarios que los productores usualmente aplican.

A partir de la segunda semana del mes de diciembre, se procedió con el trasplante de las plántulas de ají en las respectivas parcelas de los agricultores. Las plántulas tenían de 15 a 25 cm de altura, con un buen estado de vitalidad, el trasplante se realizó a los 60 a 80 días después de almacenar el ají, después de la primera lluvia.

Instalación de trampas

Las trampas consistían en envases de plástico de 13 x 17 x 5 cm de volumen de color amarillo

instaladas en parcelas de ambas comunidades (Naranjal y Las Casas), el soporte se lo hizo de fierro corrugado sujetado con alambre de amarre y alambre galvanizado, fijado en un palo de aproximadamente de 85 cm de altura.

Las trampas se establecieron a dos diferentes alturas: a 25 cm y 50 cm del suelo, para capturar a los insectos de la forma más eficaz posible, ya que existen insectos que están en la parte baja de la planta y otros en la parte superior y de esa manera observar la diferencia de insectos presentes a esas dos alturas.

En el envase utilizado como trampa, se puso agua con detergente para la respectiva captura de los insectos, el agua debía ser cambiada una vez por semana y antes del vaciado del contenido, se procedió a realizar el registro cuidadoso de los insectos capturados por trampa, procurando no dañar su estructura para la respectiva sistematización.

Las trampas fueron instaladas al centro de las parcelas, el número de trampas varió de acuerdo a la superficie y la topografía de los terrenos, a cada 10 m de distancia, por lo que el número de trampas instaladas fue de una a dos. En la Tabla 2 se indica los datos sobre la ubicación de las parcelas:

Tabla 2. Datos de ubicación de las parcelas, en las dos comunidades (Naranjal y Las Casas).

Código de la parcela	Coordenadas de GPS	Altitud msnm	Pendiente	Cultivo Asociado
DAME	19°16'15"S. 64°07'29"W.	1341	25°	Ninguno
PECM	19°16'53"S. 64°07'22"W.	1387	55°	Maíz (<i>Zea mays</i>)
PECA	19°16'54"S. 64°07'22"W.	1388	55°	Cumanda (<i>Vigna unguiculata</i>)
JUSO	19°17'15"S. 64°06'58"W.	1426	25°	Ninguno
FRSO	19°19'02"S. 64°06'43"W.	1524	50°	Sandia (<i>Citrullus lanatus</i>)
SISO	19°18'57"S. 64°06'41"W.	1535	60°	Ninguno
CATO	19°18'36"S. 64°07'04"W.	1438	45°	Ninguno
CEPA	19°17'54"S. 64°07'21"W.	1410	0°	Ninguno

Base de datos

El registro de los datos inició en la primera semana del mes de enero, con una frecuencia de cada siete días. En la comunidad de Naranjal los días sábados de cada semana, y en la comunidad de Las Casas, los días domingos de cada semana. El registro realizado de forma directa consistió, en determinar el número de morfoespecies y el número de individuos, de cada una de las trampas. Los insectos capturados, se los conservo en alcohol al 70%. Una vez registrados los insectos, se vaciaba el contenido líquido para remplazar con uno nuevo, para él siguiente registro respectivo. También se determinó las fases fenológicas en las que se presentaron con mayor intensidad o mayor afluencia de los insectos en el cultivo de ají (Fig. 1).

La identificación taxonómica de los insectos colectados, fue realizada con el apoyo del personal técnico del Museo de Historia Natural Alcides d’Orbigny. Los insectos fueron identificados a partir de las morfoespecies, el alcance taxonómico llego a nivel de tribu, género y especie.

Análisis de la diversidad de los insectos

Los métodos que se utilizaron para el estudio de insectos fueron: estimación absoluta (Ea): número de insectos por unidad de área o hábitat (plantas u hospedadores) y estimación relativa (Er): el número de capturas que permite comparaciones en espacio y tiempo, entre diferentes hábitats o sitios de muestreo. Esta estimación relativa se utiliza en estudios extensivos de la distribución y la riqueza de especies (Morris 1960).

Abundancia de insectos en los cultivos: para la abundancia de insectos por parcela se realizó gráficos por parcelas evaluadas, para determinar la

abundancia se utilizó las curvas de rango – abundancia (Céspedes, 2011).

$$P_i = \frac{n_i}{N} \log P_i \quad (1)$$

Dónde:

P_i = abundancia proporcional de la especie *i*.

n_i = Número de individuos de la especie *i*.

N = Número total de individuos.

Índice de diversidad: para esta variable se utilizó el índice de Simpson (λ), determinando la diversidad de insectos dentro de la parcela (Índice de diversidad Alfa), los valores de diversidad de Simpson oscilan entre 0 y 1, se utilizó la clasificación de Aguirre (2009), para definir la significancia de Simpson (λ) de los datos obtenidos (Tabla 3).

$$\lambda = \sum P_i^2 \quad (2)$$

Dónde:

P_i = abundancia proporcional de la especie *i*.

Tabla 3. Escala de significancia de Simpson (λ).

Valores	Significancia
0 – 0.33	Diversidad Baja
0.34 – 0.66	Diversidad Media
>0.67	Diversidad Alta

Índice de similitud: para el índice de similitud se utilizó indicé de Sørensen (I_s) o Índice de Diversidad Beta, utilizado para comparar la similitud de las especies presentes entre las parcelas. El índice relaciona el número de especies en común con la media aritmética de las especies en ambos sitios (Magurran 1988). Se calculó de acuerdo a la presencia y ausencia de las especies (Mostacedo 2000) a partir de la siguiente formula, además los datos se compararon con la escala de significancia de Sørensen (Tabla 4):

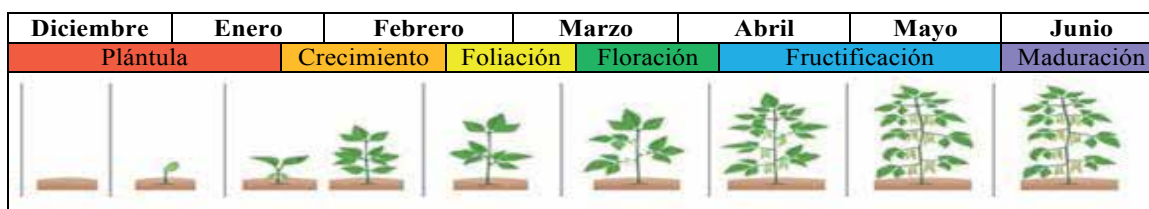


Figura 1. Periodos fenológicos del cultivo de ají, durante el ciclo agrícola 2011-2012 en las comunidades Naranjal y Las Casas. (Modificado de Gonzales, 1994).

$$Is=2C/(A+B) *100 \quad (3)$$

Dónde:

Is= Índice de Sørensen (Is)

A= Número de especies encontradas en la comunidad A.

B= Número de especies encontradas en comunidad B.

C= Número de especies comunes en ambas comunidades.

Tabla 4. Escala de significancia de Sørensen (Is).

Valores	Significancia	
0 – 33	Se parece poco / Diversidad alta	Muy diferentes
34 – 66	Se parece medianamente / Medianamente	Diversidad media
67 – 100	Se parecen mucho / Similares	Diversidad baja

Resultados

Identificación de insectos colectados

Se muestra la clasificación taxonómica de 18 taxones de insectos que fueron capturados en las diferentes etapas fenológicas del desarrollo del cultivo de ají. De ellos 9 pudieron ser identificados a nivel de género y especie, 4 fueron identificados a nivel género, 4 fueron identificadas a nivel familia y 1 de ellos fue identificado a nivel suborden (Tabla 5). Además, se tiene identificados 5 órdenes, 7 taxones del orden Coleoptera, 4 taxones del orden Hemiptera, 3 taxones del orden Diptera, 3 taxones del orden Hymenoptera y un taxón del orden Orthoptera.

Tabla 5. Insectos identificados durante el periodo de estudio.

Orden	Suborden	Familia	Subfamilia	Tribu	Género y especie
Coleoptera	Polyphaga	Melyridae	Melyrinae	Astylini	<i>Astylus atromaculatus</i>
Coleoptera	Polyphaga	Chrysomelidae	Chrysomelinae	Doryphorini	<i>Platyphora sp.</i>
Coleoptera	Polyphaga	Chrysomelidae	Galerucinae	Luperini	<i>Diabrotica speciosa</i>
Coleoptera	Polyphaga	Coccinellidae	Coccinellinae	Coccinellini	<i>Hippodamia convergens</i>
Coleoptera	Polyphaga	Chrysomelidae	Galerucinae	Luperini	<i>Diabrotica birittula</i>
Coleoptera	Polyphaga	Meloidae	Meloinae	Epicautini	<i>Epicauta atomaria</i>
Coleoptera	Polyphaga	Tenebrionidae	Lagriinae		<i>Lagria villosa</i>
Hymenoptera	Apocrita	Vespidae	Polistinae	Epiponini	<i>Polybia sp.</i>
Hymenoptera	Apocrita	Vespidae	Polistinae	Polistini	<i>Polistes sp.</i>
Hymenoptera**	Apocrita				
Orthoptera	Caelifera	Ommexechidae	Ommexechinae	Ommexechini	<i>Ommexecha sp.</i>
Hemiptera	Auchenorrhyncha	Cicadellidae	Cicadellinae	Cicadellini	<i>Erythrogonia comensa</i>
Hemiptera	Sternorrhyncha	Aphididae			
Hemiptera	Heteroptera	Miridae	Mirinae		<i>Taedia sp.</i>
Hemiptera	Heteroptera	Pentatomidae	Pentatominae	Nezarini	<i>Nezara viridula</i>
Diptera*	Brachycera	Xylophagidae			
Diptera*	Brachycera	Agromyzidae			
Diptera*	Brachycera	Dolichopidae			

*Solo se llegó a identificar hasta el nivel de familia.

**Se llegó a identificar hasta el nivel de suborden.

Abundancia de insectos en el cultivo de ají

La abundancia de insectos en las dos comunidades utilizando las trampas a instaladas a 25 cm de altura, tuvo la mayor abundancia de insectos, en la fase de maduración con 138 individuos, seguido de 110 individuos en la fase de maduración, teniendo menor número de individuos en la fase de plántula, con 44 individuos y en la fase de crecimiento con un número de 46 individuos (Fig. 1 y Fig. 2 a). En las trampas a 50 cm, se tuvo la mayor abundancia de insectos en la fase de fructificación con 130 individuos seguido de 112 individuos en la misma fase, teniendo menor número de individuos durante la floración con un número de

64 individuos, pero se observa que a inicios de la fase de floración el número de individuos fue 66 (Fig. 1 y Fig. 2 b).

En las trampas a 25 cm, se obtuvo mayor abundancia de insectos en la comunidad de Las Casas con 158 individuos y el menor número a esta altura fue 44 individuos y en la comunidad de Naranjal 124 individuos y el menor número fue 38 individuos (Fig. 3 a y b). En las trampas a 50 cm se observa que se tiene mayor abundancia en la comunidad de Naranjal con 184 individuos y el menor número fue 56 individuos y en la comunidad de Las Casas se registro 112 individuos y el menor número fue de 68 individuos (Fig. 3 c y d)

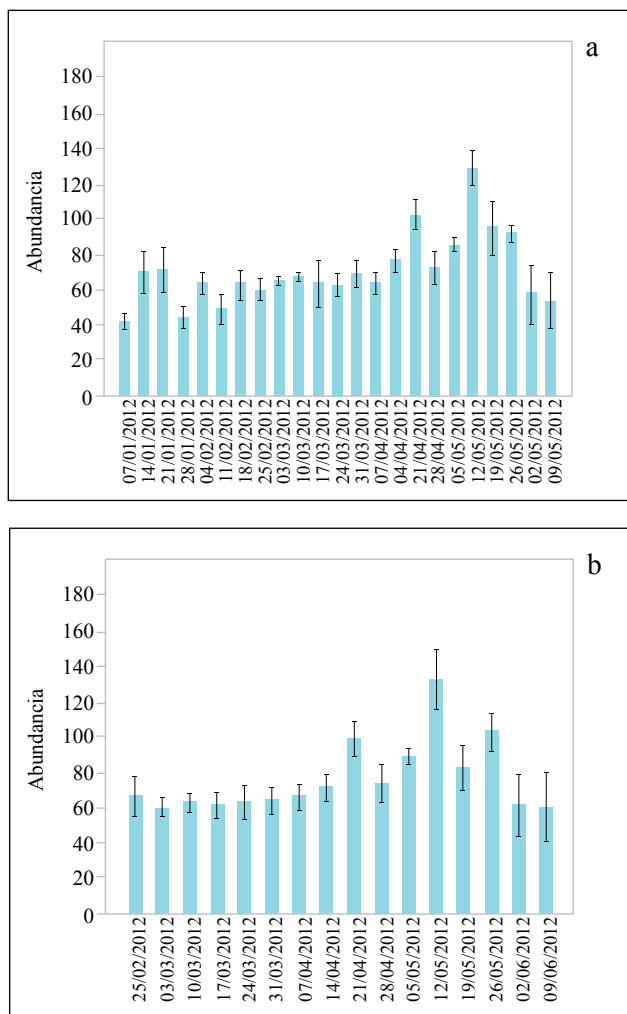


Figura 2. Variabilidad de la abundancia de insectos colectados en las trampas a una altura de: a) 25 cm, y b) 50 cm.

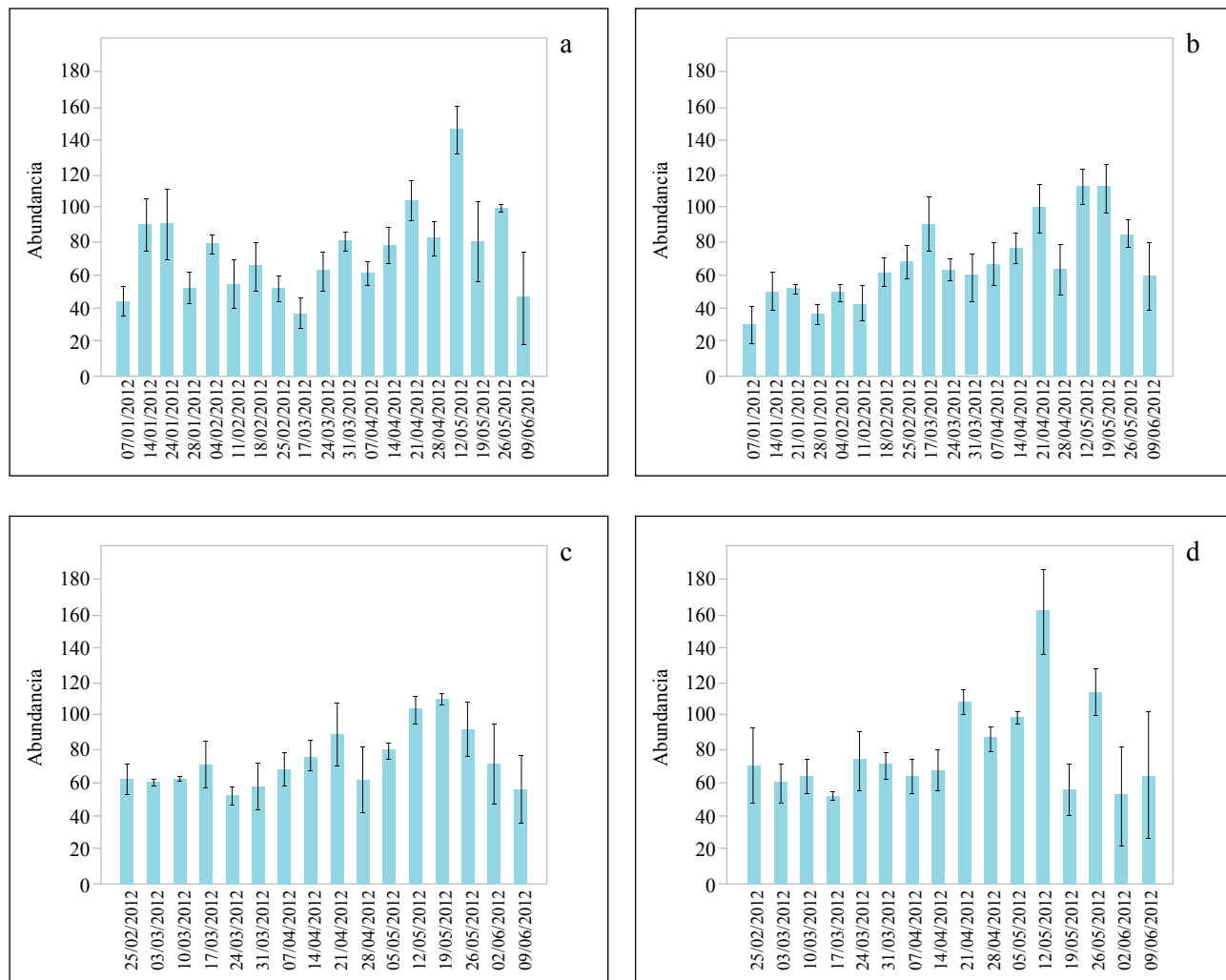


Figura 3. Variabilidad de la abundancia de insectos colectados para las trampas a una altura de 25 cm, en las comunidades de: a) Las Casas, y b) Naranjal. Y para las trampas a 50 cm, respectivamente: c) Las Casas, d) y Naranjal.

Diversidad de insectos en parcelas de las dos comunidades (Naranjal y Las Casas)

En las dos diferentes alturas (Fig. 4 y Tabla 6), el rango de diversidad, según el índice de Simpson (λ), fue categorizada en ambas comunidades como

diversidad baja, sin embargo la comunidad de Las Casas presento un mayor valor del índice de diversidad en relación a la comunidad de Naranjal. De la misma manera se observa que en las dos comunidades la *diversidad fue media* (0.3613 – 0.3944).

A continuación se detalla la escala de diversidad de Simpson (λ), obtenidos en las dos comunidades:

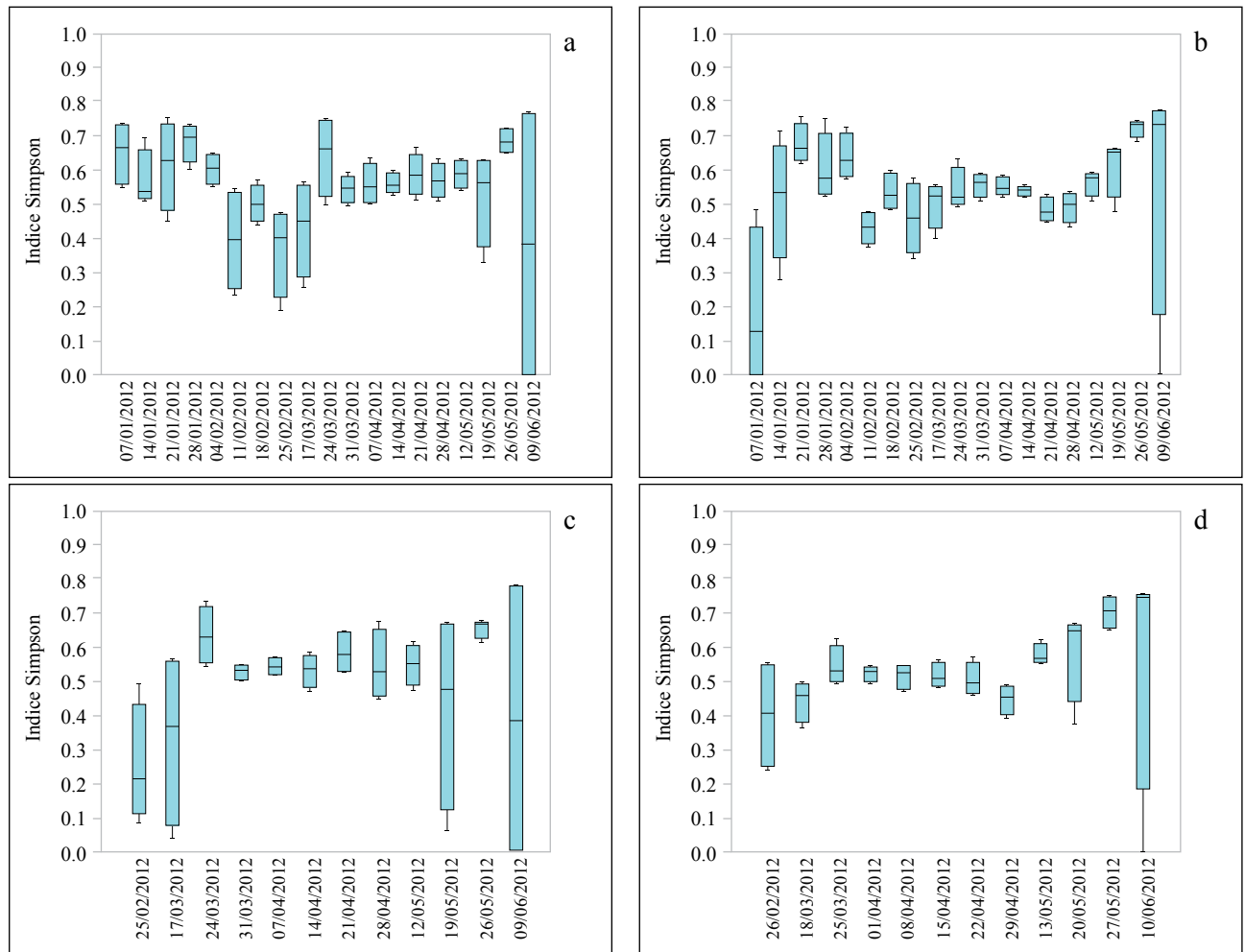


Figura 4. Variabilidad de la diversidad (índice de Simpson) de insectos colectados en las trampas ubicados a una altura de 25 cm: en las comunidades de: a) Las Casas y b) Naranjal ; y para las trampas ubicadas a 50 cm de altura respectivamente: c) Las Casas, d) y Naranjal.

Tabla 6. Diversidad de insectos en las dos comunidades de Naranjal y Las Casas.

Comunidad	Altura de trampa	Rango de diversidad	Diversidad Beta
Naranjal	25 cm	0.1687-0.2078	0.3613
	50 cm	0.1916-0.2493	
Las Casas	25 cm	0.1769-0.2229	0.3944
	50 cm	0.2062-0.2828	

Similitud entre parcelas con cultivo de ají de las dos comunidades

El índice de similitud de Sørensen (I_s) que compara la composición de insectos (Tabla 7), destaca para la comunidad de Naranjal que las parcelas 1-3

presentaron la mayor similaridad (94.12%), las parcelas 1-4, 2-3 y 3-4 también fueron similares (93.75%), y entre las parcelas 1-2, el porcentaje de similaridad fue menor (87.50%), estos valores indican que en todos los casos presenta la similaridad entre parcelas y entre las dos comunidades. En la

comunidad de Las Casas, el índice de Sørensen muestra que las parcelas 5–8, presentaron un máximo valor (93.33%), y las parcelas 6–8, presentaron el valor mínimo (82.76%), que indica que la diversidad es baja y las comunidades son similares (Tabla 8).

Según los resultados observados (Tabla 7 y 8) la similaridad medida con el índice de Sørensen (Is) también se da la similaridad entre parcelas en cada comunidad, con promedio aritmético de 90.62%, que indica que ambas comunidades tienen un alto grado de similaridad.

Tabla 7. Índice de similitud de diversidad Sørensen (Is), en la comunidad de Naranjal.

	Parcela N°1	Parcela N°2	Parcela N°3	Parcela N°4	promedio
Parcela N°1	17	87.50	94.12	93.75	92.70
Parcela N°2	14	15	93.75	93.33	
Parcela N°3	16	15	17	93.75	
Parcela N°4	15	14	15	15	

Tabla 8. Índice de similitud de diversidad Sørensen (Is), en la comunidad de Las Casas.

	Parcela N°5	Parcela N°6	Parcela N°7	Parcela N°8	Promedio (\bar{x})
Parcela N°5	15	89.65	87.50	93.33	88.54
Parcela N°6	13	14	90.32	82.76	
Parcela N°7	14	14	17	87.70	
Parcela N°8	14	12	14	15	

Discusión

De la captura en trampas instaladas en las parcelas de ají durante 23 semanas o 5.75 meses, en las que llegó a capturar los insectos, se registró 5 órdenes, de las cuales 7 son del orden Coleóptera, 4 del orden Hemíptera, 3 del Díptera e Himenóptera y 1 del orden Ortóptera, que alcanzaron valores bajos en relación a otros estudios realizados por ejemplo por Callejas (2010), quien hizo colectas directas en un campo experimental agrícola en la ciudad de Guerrero en México, capturó 5 órdenes, de las cuales tuvo 4 morfoespecies de Himenópteros, 15 de Hemípteros, 2 de Coleóptera, 3 de Dípteros, 6 Ortópteros y 6 de Homópteros, otro factor determinante en esta comparación es que en nuestra investigación solo se llegó a identificar a nivel de morfoespecies.

Según los resultados obtenidos de la diversidad en las parcelas, muestran índices bajos, de donde se infiere que los insectos no tienen opciones para desarrollarse en otros posibles hábitats que el cultivo en sí, peor aún para insectos controladores, por ello una estrategia clave en agricultura sostenible es

reincorporar o mantener la diversidad en el paisaje agrícola, puesto que la literatura indica que a una alta diversidad, aumenta la diferenciación de hábitats (Altieri 1999). Por tanto, si la diversidad aumenta, también aumentan las oportunidades de coexistencia, así mismo una gran diversidad hace posible la dinámica natural de poblaciones benéficas y depredadores, por tanto, la diversidad de insectos reduce los riesgos para el agricultor en su producción. Mientras más diverso es el ecosistema, mayor será la cantidad de relaciones internas y mayor estabilidad en las poblaciones de insectos (Gliessmann 2000).

La diversidad de especies según el índice de Simpson (λ), comparando en las parcelas de las dos comunidades, resultó tener una diversidad baja (0.1687 – 0.2828), esto debido a que el estudio se realizó un solo cultivo, pues en estudios como el de (Sandoval & Fagua 2006) en cultivos hortícolas y (Zalazar & Salvo 2007) en gradientes altitudinales, donde analizaron la diversidad, en la cual los índices de diversidad son más elevadas, por tanto se presenta una mayor diversidad.

Conclusiones

La composición de insectos en el cultivo de ají (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) en las comunidades de Naranjal y Las Casas refieren a cinco órdenes: orden Coleóptera la más predominante, con siete registros, el orden Hemiptera, (cuatro registros), los órdenes Diptera y Hymenoptera con (tres registros), y el orden Orthoptera, con solo 1 registro.

La abundancia de insectos fue diferente utilizando trampas en dos alturas, siendo mayor la abundancia a los 25 cm, en trampas de los cultivos de ají en la comunidad de Las Casas en relación a la comunidad de Naranjal. En las trampas ubicadas a 50 cm de altura, la mayor abundancia de insectos se registró en los parcelas de ají de la comunidad de Naranjal (184 individuos), y comparando la abundancia entre las dos alturas y comunidades, en Naranjal se tuvo la mayor abundancia de insectos.

El índice de diversidad según Simpson (λ), en las parcelas de Naranjal y Las Casas muestra una baja diversidad (0.1687–0.2828). En ambas comunidades la diversidad fue mayor en las trampas ubicadas a 50 cm de altura, en las parcelas de la comunidad de Naranjal, la diversidad fue menor (0.1687–0.2493), que en la comunidad de Las Casas, donde se obtuvo valores menores (0.1769–0.2828). Estos resultados están en relación al número de individuos observados de cada especie de insecto, que indica que pocas especies fueron muy abundantes.

La población de insectos en los cultivos de ají, en las dos comunidades son similares, según el cálculo del índice de similitud según Sørensen (I_s), las dos comunidades (Naranjal y Las Casas), presentan una composición de insectos similar con el 90.62%, debido a la baja diversidad de insectos reportada en las parcelas de estudio.

Según el índice de similitud o similaridad de Sørensen (I_s), a nivel de parcelas del cultivo de ají es alta, muestra los rangos entre 87% hasta 94%, en las parcelas comunidad de Las Casas y entre 82% hasta 93% en la comunidad de Naranjal.

Agradecimientos

Se agradece especialmente al IASA (Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria), al personal

técnico del Proyecto BEISA3 y a la Cooperación Danesa DANIDA, que ha hecho posible el apoyo de la investigación realizada, que se constituye en un aporte significativo para la ciencia, sobre todo para los estudiantes de las carreras afines. También un agradecimiento profundo a los agricultores de las comunidades de Naranja y de Las Casas por el apoyo directo e indirecto en la realización del presente trabajo de investigación.

Referencias

- Aguirre, Z. 2009. Guía para Estudios de Composición Florística, Estructura y Diversidad de la Vegetación Natural. Sucre, Bolivia.
- Altieri, M. A. 1997. Agroecología. Bases Científicas para una Agricultura Sustentable. CLADES. La Habana, Cuba.
- Callejas, F. 2010. Diversidad de insectos dentro del campus de la universidad intercultural del Estado Guerrero” <http://www.uieg.edu.mx/investigaciones/diversidad%20de%20insectos.htm> (julio 2012).
- Cardozo, O. & M. Jiménez. 2014. Insecticidas botánicos una alternativa para el control de la mosca del ají (*Neosilba pendula*) en la comunidad de San Pedro del Zapallar (Chuquisaca, Bolivia). Revista AGRO-ECOLÓGICA, 1(1):1-14.
- Bejarano, C. 2013. Manual de Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de Ají. Chuquisaca. Bolivia.
- Fundación para el Desarrollo Tecnológico Agropecuario de los Valles (FDTA-Valle), 2007. Manual de cultivo de ají. Cochabamba, Bolivia.
- Gonzales, D. 1994. Control químico de la mosca del ají (*Neosilba pendula*). Tesis de Grado Ingeniería Agronómica. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Bolivia.
- Gliessmann, S. R. 2000. Agroecology: Ecological Processes in Sustainable Agriculture. CRC/Lewis Publishers. Boca Ratón, Florida.
- Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Princeton University Press, New Jersey, 179.
- Morris, R. F. 1960. Sampling insect populations. Ann. Rev. Entomol. 5: 243-264.
- Mostacedo, B., & Fredericksen, T. 2000. Manual

de métodos básicos de muestreos y análisis en ecología vegetal. Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

- Narrea, M. 2012. Guía técnica: Manejo integrado de plagas en el cultivo de ají. AgroBanco & Universidad Nacional La Molina, Perú. 1-28.
- Parker, G., A. Smith & K. Hogan. 1992. Access to the upper forest canopy with a large crane. *Bioscience* 42: 664-670
- Sandoval, A. y Fagua, G. 2006. Estructura de las comunidades de Ortoptera (insecta) en un gradiente altitudinal de un bosque andino”, Santuario – Colombia.
- Stork, N. 1988. Insect diversity facts, fiction and speculation. *Biol. J. Linn. Soc.* 35: 321-337.
- Solórzano, O.; M. Ramirez. & T. Palomo. 2004. “Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades del chile dulce”, San Vicente – Salvador.
- Wilson, E. O. 1988. The current state of biological diversity. Pp. 3-18. In: E. O. Wilson (Ed). *Biodiversity* National Academy Press, Washington.
- Zalazar, L. & Salvo, A. 2007. Entomofauna Asociada a Cultivos Hortícolas Orgánicos y Convencionales” Córdoba. Córdoba –Argentina.
- Zitter, T.A. & M.T. McGrath. 2004. Plagas y enfermedades de chiles y pimientos: guía de identificación y manejo. Cornell University. Nueva York, USA. 1-19.

Biodiversidad del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inao

Biodiversity of the Serranía del Inao National Park and Natural Managed Integrated Area.

Martha Serrano^{1,2*}, Jeaneth Villalobos², Verónica Chávez³ & Manuel Jiménez^{1,4}

¹Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria (IASA). Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia.

²Herbario del Sur de Bolivia (HSB), Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia.

³Museo de Historia Natural Noel Kempff Mercado, Santa Cruz Bolivia.

⁴Docencia de Etnobiología, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

*martha_sucre@yahoo.com

Biodiversidad del área protegida

La diversidad biológica del Parque Nacional y Área natural de Manejo Integrado Serranía del Serranía del Inao (PN ANMI), es reconocida en su conjunto como la región del Subandino y Chaco más diversa de Chuquisaca. En la región del Área Protegida se han catalogado 644 especies de plantas, como el cedro (*Cedrela lilloi*), lapacho (*Tabebuia lapacho*), el nogal (*Juglans australis*), guapurú (*Myrcianthes callicoma*), el pino de monte (*Podocarpus parlatorei*), el arrayán (*Blepharocalyx salicifolius*), y *Myrcianthes pseudomato*, el palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), el tajibo (*Tabebuia impetiginosa*), el morado (*Machaerium scleroxylon*), y el palo rosado (*Aspidosperma cylindrocarpon*), entre otros que son árboles de los bosques predominantemente Tucumano Boliviano y Chiquitano (Serrano 2011 a, 2011 b). La mayor parte de la vegetación original corresponde al bosque alto y mediano semi-caducifolio (Villalobos 2009). Además, existen otros tipos de vegetación de acuerdo a las características físicas de los diferentes lugares de las cuatro serranías que alberga el área (Figura 1), con una alta diversidad de helechos (Huaylla & Cervantes 2011).

En esta Área protegida, a pesar de los escasos estudios de fauna se han reportado 10.6% del total de los mamíferos del país, representados por 41 especies entre ellos el jaguar (*Panthera onca*) y el anta (*Tapirus terrestris*). Las aves sobresalen con el 23 % del total del país, 326 especies con representantes como la pava (*Penelope obscura*) y la paraba frente roja (*Ara rubrogenys*). Los invertebrados son de los menos conocidos, solamente se tiene un registro de 86 especies y 49 morfo-especies. Los peces cuentan con 13 especies y los anfibios y reptiles con 35 como la iguana (*Tupinambis teguixin*) y la víbora cascabel (*Crotalus durissus*).

Riqueza florística

Se reportan para el Área Protegida un total de 644 especies de plantas vasculares (Tabla 1), de un estimado de 2500 especies, en la serranía del Inao se ha identificado 392 especies leñosas, agrupadas en 194 especies arbóreas, 126 arbustos y 72 lianas.

Tabla 1. Número de especies conocidas de los grupos taxonómicos del PN ANMI Serranía del Iñao

Taxón	Nº Familias	Nº Géneros	Nº Especies
Dicotiledoneas	95	268	472
Monocotiledoneas	10	30	39
Gimnospermas	1	1	1
Pteridófitos	20	41	132
Total	126	340	644

Acerca de las nuevas especies de plantas, en los últimos años se han registrado doce especies nuevas para la ciencia, una Apocynaceae del género *Prestonia*, tres Palmeras de los géneros *Ceroxylon*, *Syagrus* y *Acrocomia*, dos especies de *Peperomia* de las Piperaceae, *Solanum* y *Cestrum* de las Solanaceae, *Aristolochia* de la familia Aristolochiaceae, *Salvia alba* de la familia Labiatae y un género *Philibertia* de las Asclepiadaceae, *Cedrela saltensis* de la familia Meliaceae un registro nuevo para el país, entre varias otras que están en proceso de confirmación.

Plantas nativas útiles del PN - ANMI “Serranía del Iñao”

Los datos obtenidos de estudio realizado por el Proyecto BEISA 2 (Carretero et al. 2011), en un muestreo en 9 comunidades, indican que se encontraron 272 especies de plantas nativas útiles distribuidas en 8 categorías de uso, de estas, las categorías de uso con mayor número de reportes fueron construcción (20%), técnico (20%), medicina (17%) y alimento (13 %). En la categoría alimento las plantas más importantes fueron el sahuinto (*Myrcianthes pungens*), aguay (*Chrysophyllum gonocarpum*), nogal (*Juglans australis*) y algarrobo (*Prosopis alba*), zarzamora (*Rubus boliviensis*), pacay grande (*Inga adenophylla*), pacay chico (*Inga marginata*), guayabo de monte (*Psidium guineense*), chirimoya de monte (*Rollinia herzogii*), matico (*Piper elongatum*), morilla (*Chlorophora tinctoria*), guayabo (*Psidium guajava*), paico (*Chenopodium ambrosioides*), karaty (*Dioscorea* cf. *multispicata*), arasa (*Capparis prisca*) y guapurú (*Myrciaria floribunda*).

En la categoría construcción las plantas más importantes fueron quina (*Myroxylon peruiferum*), timboy (*Enterolobium contortisiliquum*), cuchi (*Astronium urundeuva*), palo ajo (*Gallesia integrifolia*), y mora blanca (*Parabignonia* sp.), nogal

(*Juglans australis*), tajibo (*Tabebuia impetiginosa*), guayacan (*Machaerium scleroxylon*), lapacho (*Tabebuia lapacho*), cedro (*Cedrela lilloi*), palo blanco (*Calycophyllum multiflorum*), algarrobo (*Prosopis alba*), sotillo (*Pterogyne nitens*) y negrilla (*Caesalpinia pluviosa*).

Las plantas más importantes en la categoría medicina, fueron el paico (*Chenopodium ambrosioides*), llantén (*Plantago australis/Plantago tomentosa*), sirao (*Acacia aroma*), guaranguay (*Tecoma stans*), matico (*Piper elongatum*), zarzaparrilla (*Cissus sicyoides*), cuchi (*Astronium urundeuva*) y pezoa (*Cissus* sp.), cabeza y negro (*Triumfetta semitriloba*), sabuco (*Zanthoxylum rhoifolium.*), palo injerto (*Ficus* sp.) y sotillo (*Pterogyne nitens*). En la categoría medicina veterinaria, las plantas más importantes son itapalla (*Urera baccifera*) y sirao (*Vachellia aroma*).

Entre otros productos no maderables con posibilidades de comercialización es la resina de la quina (*M. peruiferum*), igualmente la ñetira (*Ipomoea* cf. *muricata*), cuyas semillas son tradicionalmente utilizadas como champú natural regenerativo, de hecho existen algunas iniciativas locales de elaboración de champú, comercializados localmente (Felípez 2012). Son potencialmente importantes las frutas silvestres como son el sahuinto (*Myrcianthes pungens*) y la chirimoya de monte (*Rollinia herzogii*), con sabor exquisito.

Fauna

En el área se encuentran especies de interés para la conservación como son el oso bandera (*Myrmecophaga tridactyla*), el jaguar (*Panthera onca*), el puma (*Puma concolor*), el tapir o anta (*Tapirus terrestris*), el huaso (*Mazama americana*), y el chanco de monte (*Pecari tajacu*). Otros mamíferos de interés incluyen especies con distribución restringida como la ardilla y el conejo de monte (PROMETA 2001).

Hasta ahora se ha reportado que el grupo de las aves sería el más diverso con 156 especies de aves, riqueza de especies que representa el 6% de las 1300 registradas para Bolivia y 5% en relación a lo recientemente reportado en el libro rojo de vertebrados de Bolivia. Las cinco especies más frecuentemente mencionadas por las comunidades del área protegida fueron *Penelope obscura* (pava) con 14 reportes, *Ramphastos toco* (tucán) con 10 reportes, *Pionus maximiliani* (loro opa) con nueve reportes, *Amazona aestiva* (loro hablador, naranjero) con ocho reportes, y *Vultur gryphus* (cóndor) con ocho reportes.

Las comunidades reportaron 78 especies de fauna de reptiles y anfibios, de estos 42 especies fue identificada y una especie es reporte nuevo (*Clelia* sp. nov.) y se tiene seis especies sin identificar mencionadas por la comunidad (solo nombres comunes). De estos, las cinco especies de este grupo con mayor frecuencia de reportes en las comunidades fueron: *Micrurus annellatus* (coral) con 20 reportes, *Hyla albonigra* (rana) con 17 reportes, lagartija con 14 con reportes, *Bufo spinulosus* (sapo) con 10 reportes, *Crotalus durissus* (cascabel) con cinco reportes y *Tupinambis teguixin* (iguana) con cinco reportes.

Si bien, aún no se cuenta con un inventario detallado de la ictiofauna de la zona, se tienen datos preliminares de muestreos en el río Grande y Azero; y pocas quebradas de la serranía Inao y Yahuañanaca (PROMETA 2001). Según esta información se han registrado 13 especies, lista que podría incrementarse notablemente cuando se realicen mayores colectas y revisión taxonómica, pudiendo existir especies endémicas para la zona.

Usos de la Fauna

Aparte de la fauna considerada perjudicial por los comunarios, están también los animales que son parte de su alimentación como los peces (dorado, surubí, K'ala, sábalo, bagre), las aves (pava, gallareta, perdíz, gallineta) y otros mamíferos (huaso, urina, tatu, jochi, anta, chanco de monte). Esta actividad es básicamente de subsistencia y está relacionada al comportamiento cultural y es la más común. Otra forma de uso de la fauna, es la pesca, aunque lamentablemente algunos comunarios utilizan atajados en los ríos y veneno para pescar, incluso dinamita ocasionando la muerte masiva de los animales acuáticos y hasta intoxicación del ganado. Constituyen la principal fuente de alimentación para las comunidades el sábalo

(*Prochilodus lineatus*), el surubí (*Pseudoplatystoma sp.*), bagre (*Trichomycterus sp.*) y el dorado (*Salminus maxillosus*).

Amenazas a la Biodiversidad

EL área protegida está considerada como **amenazada** y se requiere de soluciones urgentes para asegurar la protección y mantenimiento de su diversidad biológica. Los estudios socioeconómicos más recientes señalan que las mayores amenazas son los problemas de tenencia de la tierra, el establecimiento de nuevas comunidades, los incendios forestales, la deforestación, el cambio de uso de suelo, la cacería ilegal, la construcción de caminos, el turismo dirigido a la caza y pesca deportiva y las prospecciones petroleras.

Finalmente remarcamos que para cumplir el objetivo de “protección y mantenimiento de la diversidad biológica” en esta importante área protegida de Chuquisaca, se debe asegurar el mantener la diversidad de flora y fauna a largo plazo. El foco de nuestro estudio en taxonomía y ecología de la flora y fauna silvestre asociada a agroecosistemas llega como un legado del trabajo que desarrollo BEISA2, manteniendo las líneas de trabajo de BEISA 3 alrededor del tema biodiversidad en los sistemas agrícolas y el compromiso de nuestro instituto (IASA), para su conservación.

Referencias

- Carretero, A., M. Jiménez, J. Orías, J. Gutiérrez, W. Felípez, M. Nina & H. Terán. 2011. Evaluación de la Importancia desde la Perspectiva Comunitaria. Fascículo II. En: Carretero, A., M. Jiménez & R. Lozano (eds.). Guía de Plantas Útiles. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inao. Herbario del Sur de Bolivia, Proyecto BEISA - 2. Sucre, Bolivia. 44 p.
- Felípez, W. 2012. Plan de aprovechamiento de especies promisorias. Documento de Informe Final. Proyecto BEISA 3. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. 70 p.

Huaylla H. & E. Cervantes 2011. Helechos y Licofitas del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado - Serranía del Iñaño. Herbario del Sur de Bolivia - Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia. 227 p.

Protección del Medio Ambiente Tarija (PROMETA). 2001. Estudio de Justificación para la creación del área protegida Serranía el Iñaño. Documento Técnico, Prefectura de Chuquisaca., Sucre. Bolivia.

Serrano, M. 2011a. Flora y Vegetación del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Documento Informe. Plan de Manejo Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. SERNAP. Sucre- Bolivia.

Serrano, M. 2011 b. Myrtaceae de Chuquisaca. En *Pueblos y plantas de Chuquisaca. Estado del conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación*. Carretero A., M. Serrano, F. Borchsenius & H. Balslev (eds.). Herbario del Sur de Bolivia-Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre.

Villalobos, J. M. 2009. Diversidad florística arbórea de los bosques secos del parque nacional y área natural de manejo integrado serranía del Iñaño, Bolivia Dpto. Chuquisaca. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Mayor de San Simón. BEISA 2. Cochabamba. 97 p.



a) Vista cuenca del Río Grande. Recorrido Comunidad Potrerros-San Isidro.



b) Bosque Tucumano Boliviano. Municipio Padilla-Abra Santa Cruz.



c) Bosque Seco Chiquitano. Comunidad Itapochi.



d) Vegetación de Cerrado. Serranía Incahuasi. Comunidad Iripití.

Figura 1: Vegetación del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integral “Serranía Inao”

El sahuinthu “*Myrcianthes pungens* O.Berg” una especie promisoría

El sahuinthu “*Myrcianthes pungens* O.Berg” a promising species

Juan Antonio Calderón^{1,2}

¹Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca.

²Docente jubilado adscrito al Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132. Sucre, Bolivia.
iasabolivia@usfx.edu.bo

Numerosas especies nativas en Bolivia son desconocidas, solo los comunarios de zonas aisladas saben de ellas, una de estas especies es el sahuinthu o saguinto (*Myrcianthes pungens* O.Berg), cuyos frutos semejantes a uvas de muy buen sabor se consumen en algunas zonas del departamento de Chuquisaca como varias comunidades de los Municipios de Monteagudo y Muyupampa. El sahuinthu o saguinto es una especie de la familia Myrtaceae que tiene 120 géneros con 3850 especies en el mundo y para Bolivia se han registrado 23 géneros, 145 especies, 12 estas especies son endémicas (Holst et al. 2015). Del género *Myrcianthes* y especie *pungens* se encontró que tiene varios sinónimos como: *Eugenia pungens* O. Berg, *Luma pungens* (O. Berg) Herter, *Acreugenia pungens* (O. Berg) Kausel. También se nombra en la región a una especie conocida como guapurú (Serrano & Terán 1998, Serrano 2011) o sahuinthu amarillo, o guapurú (*Myrcianthes callicoma*), todos estos frutos algunas veces son llamados guayabillas de manera amplia (Galarza 2003).

Descripción botánica: Tiene raíz típica y ramificada. Su tallo es erecto ramificado que puede llegar a ser arbusto o árbol de hasta 12 m de altura mostrando una corteza lisa que se desprende en tiras llamadas ritidomas. Las hojas son enteras simples opuestas punctadas y coriáceas (Fig. 1a). La flor es actinomorfa, hermafrodita en cimas solitarias con 4 a 5 sépalos persistentes libres o unidos en 4 a 5 grupos, el gineceo tiene 2 a 5 carpelos unidos formando un ovario ínfero pluricarpelar y plurilocular con un estilo, se forman 2 a varios óvulos en cada lóculo que se transforman en semillas. El Fruto es una baya (Fig. 1b) y sus semillas tienen placentación parietal.

Fisiología: El sahuinthu es una planta perennifolia es decir que sus hojas no caen en el invierno,

permaneciendo verdes aunque su tasa fotosintética se reduce considerablemente por falta de agua, florece en mayo y los frutos se pueden consumir en septiembre hasta diciembre o enero.

Ecología: El sahuinthu es una especie que habita en zonas semitropicales pero se adapta bien a zonas templadas solo con cierta reducción de su crecimiento, aunque produce fruta en forma normal, requiere una humedad media de 1500 a 1800 mm anuales y la temperatura adecuada es de 18 a 30 grados centígrados, se adapta bien a todo tipo de suelos pero preferiblemente franco –orgánicos profundos y fértiles.

Usos: Se consumen sus frutos que tienen un sabor muy agradable que hace recordar a la uva, se hace secar y se consumen los frutos secos como la sultana en mate o té, se usa como madera comerciable se lo ha encontrado en el sud del Brasil como una madera de porosidad difusa con un estatus de protección baja o no protegida.

Conclusiones

El sahuinthu (*Myrcianthes pungens*) es una especie nativa de la zona sur de Chuquisaca, con amplia distribución en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. Tiene frutos semejantes a las uvas (bayas) y son de sabor muy agradable. Es una especie desconocida en el país, pero muy conocida en el Chaco chuquisaqueño, donde se desarrolla en forma silvestre y pertenece a la familia Myrtaceae.

Referencias

- Galarza, I. 1993. Myrtaceae. *En* Guía de árboles de Bolivia. Ed. Killeen, T., E. García. & S. Beck. Instituto de Ecología. Missouri Botanical Garden. La Paz Bolivia. p 576-590.
- Holst, B.K., M. Serrano, N.W. Snow, L.R. Landrum & P.M. Jørgensen. 2015. Myrtaceae *En*: Catálogo de las plantas vasculares de Bolivia. Jørgensen, Nee & Beck (Eds.). p. 870-880.
- Serrano, M. & Terán, J. 1998. Identificación de especies vegetales en Chuquisaca. Teoría, práctica y Resultados. PLAFOR, Intercooperación, Fundación Ceibo. Sucre, Bolivia. 129 p.
- Serrano, M. 2011. Myrtaceae *En*: Carretero A., M. Serrano, F. Borchsenius & H. Balslev. 2011. *Pueblos y plantas de Chuquisaca. Estado del conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación*. Herbario del Sur de Bolivia-Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia 340 p.



Figura 1: a) Ramificación y follaje, b) Frutos maduros de *Myrcianthes pungens* (comunidad Ticucha, Municipio Monteagudo, diciembre 2009. Fotos: M. Serrano)

AGROFORESTERÍA



Tecoma stans

Uso agroforestal de leñosas nativas en dos comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Inão

Agroforestry use of woody species in two communities of the Serranía del Inão National Park and Natural Managed Integrated Area.

María Luisa Gonzales Bernal^{1,2*} & Manuel Horacio Jiménez Huamán¹

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

² Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre- Bolivia.

* marilugbernal@gmail.com.

Resumen

En Chuquisaca como en varios otros lugares de Bolivia, la población que vive en el área rural tiene una estrecha relación con el medio ambiente, muchas personas dependen en forma directa para su subsistencia de los recursos naturales. El objetivo de este estudio fue identificar el uso de leñosas nativas en dos comunidades del área protegida PN ANMI Serranía del Inão, considerando el género y la edad y comparar la variación de los tipos de uso local de las leñosas nativas en relación a su potencial agroforestal. Se aplicó entrevistas estructuradas a 38 jefes de familia y 10 informantes claves (50% varones y 50% mujeres). Se logró identificar 39 familias taxonómicas y 79 especies de leñosas con uso local. En relación al género las mujeres reportan menor número de plantas leñosas en todas las categorías que los varones. Las leñosas que tienen mayor potencial de uso agroforestal en la comunidad de Las Casas fueron la quina (*Myroxylon peruiferum*) con 21 puntos de 100 y 16 criterios agroforestales, y el cedro (*Cedrela fissilis*) con 18 puntos y 16 criterios. En Pedernal la quina (*M. peruiferum*) alcanza 27 puntos y 19 criterios y el cedro (*C. fissilis*) con 14 y 15 respectivamente. Se puede indicar que 16 son las plantas que tienen más del 50% de los 24 criterios agroforestales evaluados y estas pueden ser incorporadas a la agricultura en sistemas agroforestales.

Palabras clave: Categorías de uso, criterios de uso local, sistemas agroforestales, valor de consenso de uso, uso agroforestal.

Abstract

In Chuquisaca, as in various other locations in Bolivia, the rural population has a broad relationship with the natural environment, many people depend in a direct way for their subsistence on natural resources. The objective of this study was to identify the use of the woody species in two communities of the Serranía del Inão National Park and Natural Managed Integrated Area, considering the genus and age and comparison of the variation of the types of local use of native woody species in relation to their agroforestry potential. To identify the use of native woody species an interview process was applied to 38 and ten informant male and female persons in each community, where to each the question was asked: Which plants are used for construction? 39 taxonomic families were identified and 79 species of woody plants with local use. In relation to the genus, females reported a lower number of woody plants than males in all categories. The woody species that have the greatest number in the Las Casas community were, "quina" (*Myroxylon peruiferum*) with 21 points of 100 and 16 agroforestry criteria, "cedro" (*Cedrela fissilis*) with 18 points and 16 criteria. In the Pedernal community, "quina" (*M. peruiferum*) reached 27 points and 19 criteria and "cedro" (*C. fissilis*) with 14 and 15 respectively. It can be indicated that the woody species have more than 50% of the 24 agroforestry criteria evaluated and 16 species which can be incorporated into agriculture in agroforestry systems.

Key words: agroforestry use, local use criteria, categories use, consensus use value.

Introducción

La diversidad biológica constituye en la actualidad, la mayor riqueza potencial de los países del tercer mundo. Las perspectivas de su explotación adecuada y racional, están relacionadas con el conocimiento sobre su uso, que a su vez es otra riqueza potencial conservada por las culturas locales. Sin embargo, todo este caudal de recursos (alimentos, medicamentos, pigmentos, fibras, ornamentos, aromas, insecticidas, aditivos, resinas, biopolímeros, y otros.), no es objeto de una explotación para el beneficio local, porque las perspectivas dominantes en la agricultura, giran en torno al monocultivo extensivo e intensivo, según las inclinaciones del mercado (Leigh 1999).

Los árboles y arbustos juegan un rol preponderante en la vida del hombre, en especial de los habitantes del campo (sobre todo los que están por debajo de la línea de pobreza), ellos proveen un sin número de productos útiles como ser: energía (leña), alimento, medicina, construcción y otros (Terán 2010). Además son agentes importantes para el control de la erosión de los suelos, el mantenimiento de las condiciones microclimáticas y el ciclo de nutrientes de los ecosistemas naturales (Phillips et al. 1994) que debido al impacto de los sistemas convencionales de producción agropecuaria y aprovechamiento silvícola sobre los recursos naturales; se constituyen en un importante componente de los sistemas de producción sustentables.

Actualmente en Bolivia la tasa de deforestación es de 350 000 ha al año, que en términos per cápita es 320 m²/persona/año, es decir 20 veces más que el promedio mundial (16 m²/persona/año), esto representa una amenaza para lugares con alta biodiversidad (Moreno 2013), como la Serranía del Iñaño donde en el Diagnóstico de biodiversidad con enfoque de biocomercio reporta un total de 175 especies vegetales útiles para el sub andino de Chuquisaca (Carretero et al. 2007). Así mismo investigaciones puntuales de valoración cultural, realizada en algunas comunidades dentro del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Iñaño identifican: en Iripiti 142 plantas nativas útiles, Monte Grande 158 (Felípez 2010), Azero Norte 122, Bellavista, 159 (Terán 2010), Entierillos 165 y Santiago de Las Frías 135 (Orias 2010).

Esto demuestra el potencial de especies nativas útiles que existen en estos bosques, que si no se incorporan a los sistemas agrícolas de producción están exponiéndose a la extinción por la acelerada tasa de incorporación de bosques a la agricultura y con la pérdida de las especies, también se pierde el conocimiento de uso de estas especies. Según La Plataforma Intergubernamental sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas (IPBES), los conocimientos tradicionales son complementarios a la ciencia (IPBES 2014) y puede facilitar su incorporación a los agroecosistemas en una visión diferente de agricultura que tenga como referencia las diversas interacciones entre las especies que integran el medio natural.

En este contexto se tiene como objetivos 1) identificar el uso de leñosas nativas en dos comunidades de estudio considerando género y edad y 2) comparar la variación del uso local de las leñosas nativas en relación al criterio de uso agroforestal. Con los resultados se pretende dar las primeras pautas para la incorporación de plantas leñosas nativas a los sistemas agrícolas del subandino chuquisaqueño, considerando el conocimiento tradicional de estas especies, el valor de consenso de uso de las mismas y sus atributos agroforestales, que permita establecer diferentes arreglos asociados a cultivos, teniendo como guía la sucesión de especies que se da en su medio natural.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El trabajo de campo se desarrolló en dos comunidades del municipio de Padilla, en la provincia de Tomina. La comunidad de Las Casas se ubica entre las coordenadas geográficas 64° 7' 11'' longitud oeste y 19° 17' 55'' latitud sur. Presenta rangos de altitud que oscilan entre los 1600 – 1800 m y temperatura media de 14.86°C, un clima predominantemente sub húmedo. La comunidad de Pedernal se ubica entre las coordenadas 64° 05' 08'' longitud oeste y 19° 22' 23'' latitud sur. Presenta rangos de altitud que oscilan entre los 1590 – 1770 m, una temperatura media de 19.60°C y la precipitación en ambas comunidades tiene una media anual de 900 mm (ZONISIG 2000).

Diseño de la investigación

Identificación de leñosas útiles

La evaluación se realizó de diciembre 2011 a febrero de 2012. Para la identificación de leñosas nativas considerando el género y la edad, se hizo aplicando encuestas semiestructuradas a 19 informantes por comunidad al azar (50% hombres y 50 % mujeres). Con esto se levantó un inventario de todas las plantas nativas, agrupadas en ocho categorías de uso (misceláneo, construcción, medicina, forraje, veterinario, leña, alimento humano, ambiental). En función a estos datos se determinó el índice de valor de consenso de uso (UCs) (Phillips & Gentry 1993) que mide cuán grande es el grado de consenso entre informantes concernientes a si una especie es útil o no, el valor esta entre -1 y +1.

$$UCs = (2ns / n) - 1$$

ns: número de personas usando una especie *s*.

n: número total de informantes.

Comparación de la variación del uso local de las leñosas nativas en relación al criterio de uso agroforestal.

Se eligió cinco informantes clave entre las personas con experiencia y vivencia en la comunidad, tomando en cuenta la edad (50 a 65 años) y predisposición para colaborar. El nombre de las plantas inventariadas se transcribió en cartulinas y se mostraron al informante para que seleccione 10 plantas. Las tarjetas de las plantas elegidas se colocaron en forma horizontal y se entregó 100 granos de maíz para que le otorgue un puntaje a cada planta, explicando que la cantidad de granos otorgados significa la importancia de la planta que tiene para él y/o ella. Se jerarquizó las tarjetas según los granos de maíz para visualizar la jerarquía y se anotó los puntajes. Luego le pedimos que el informante indique la razón del puntaje otorgado como criterio local de uso (Carretero et al. 2011). Posteriormente para cada una de las 10 plantas seleccionadas se presentó al informante los criterios agroforestales, para que desde su experiencia indique si cumple o no con los criterios, los resultados se anotaron en un formulario. Algunos criterios que no conocía el informante, fueron validados en un bosque natural seleccionado al azar, donde se eligieron cinco ejemplares similares en tamaño y se observaron *in situ* si cumple o no cumple.

Tabla 1. Criterios agroforestales para elección de leñosas agroforestales

Ecológicos	Conocimiento local
Capacidad de rebrote	Abonen el suelo*
Crecimiento (rápido)	Conserva el agua (no seca el terreno) *
Fácil de propagar-regeneración	Fruto comestible*
Plantas competidoras	Para cerca viva*
Raíces profundas	Leña*
Sombra (ligera)	Medicina*
Tamaño de la copa (pequeña)	Melífero*
Tipo de copa (cerrada)	No transmite plagas y enfermedades a los cultivos*
Tolerancia al pisoteo	Potencial maderable*
Tolera la sombra	Se asocia con frutales *
Tronco recto	Se puede asociar con cultivos *
Protección del suelo	Se puede asociar con pasto*
	Sirve para forraje*
	Sombra para ganado*
	Uso múltiple*

Fuente: Modificado complementado de Ospina 2006. *criterios en base al conocimiento local.

Resultados

Leñosas nativas de uso local y por categoría etnobotánica

Riqueza y uso de leñosas nativas

En la comunidad de Las Casas se han reportado 88 leñosas nativas de uso local, que pertenecen a 37 familias botánicas, mientras que en Pedernal se registraron 79, distribuidas también en 37 familias. Las familias botánicas con mayor número de leñosas útiles en la comunidad de Las Casas fueron Fabaceae (15 especies), Myrtaceae (7 especies), Asteraceae (6 especies), Bignoniaceae y Solanaceae con 4 especies; Anacardiaceae, Euphorbiaceae, Primulaceae y Rutaceae con 3 especies; Poaceae, Rhamnaceae, Sapindaceae y Verbenaceae con 2 especies, finalmente otras 24 familias con solo 1 especie. Para la población de Pedernal también Fabaceae es la familia botánica con mayor uso representado por 15 especies, Myrtaceae (6 especies), Bignoniaceae (5 especies), Anacardiaceae y Euphorbiaceae con 3 especies, Asteraceae, Capparaceae, Malvaceae, Sapindaceae, Solanaceae y Juglandaceae con 2 especies y otras 26 familias con una especie.

En la comunidad Las Casas del total de especies registradas, 39 leñosas fueron reportadas para uso artesanal, 31 en la categoría construcción, 27 son forrajeras, 25 se usan como alimento, 24 en ambiental, 22 medicinales, 14 en leña y 13 en misceláneo, la categoría veterinario no reportó ningún uso. En Pedernal la categoría ambiental fue la más reportada con 36 especies de leñosas, continua el uso artesanal con 27, construcción 25, forraje 23, medicinal 22, alimento 21, leña 14, misceláneo 11 y finalmente para uso veterinario 5 leñosas.

Las categorías etnobotánicas más reportadas en la comunidad de Las Casas fueron las categorías alimento con 227 reportes, seguido de construcción con 222, y en Pedernal la categoría construcción fue la más importante con 234 reportes, seguido de la categoría alimento con 182 reportes y artesanía con 168 (Figuras 1 y 2).

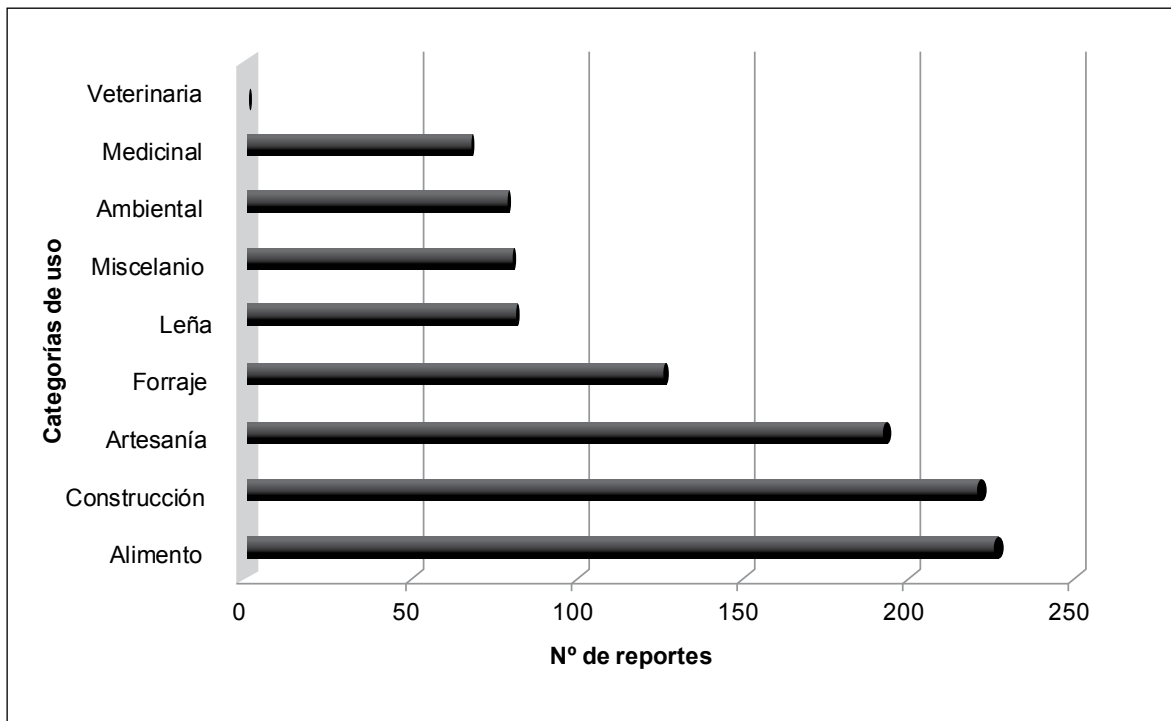


Figura 1. Categorías etnobotánicas más importantes, comunidad Las Casas.

Importancia de categorías etnobotánicas según género y edad

En Las Casas los hombres dan mayor importancia a la categoría construcción (140 reportes), mientras que las mujeres resaltan más a la categoría alimento (98 reportes). Si comparamos entre hombre y mujeres, los primeros reportan mucho más usos en las categorías construcción, alimento y forraje;

mientras que las mujeres reportan más usos la categoría medicinal. En el resto de categorías no hay mucha diferencia entre hombres y mujeres (Fig. 3). En la comunidad de Pedernal tanto hombres como mujeres reportan la categoría construcción, alimento y artesanía, por otro lado indicar que los hombres reportan más conocimiento de uso que las mujeres en todas las categorías (Fig. 4).

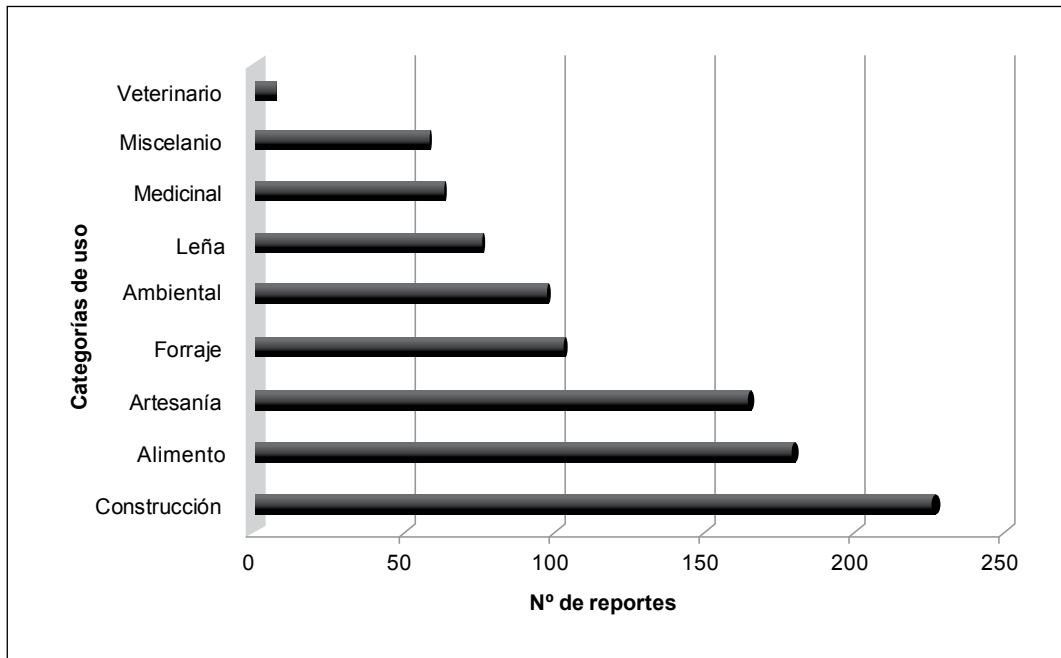


Figura 2. Categorías etnobotánicas más importantes, comunidad Pedernal.

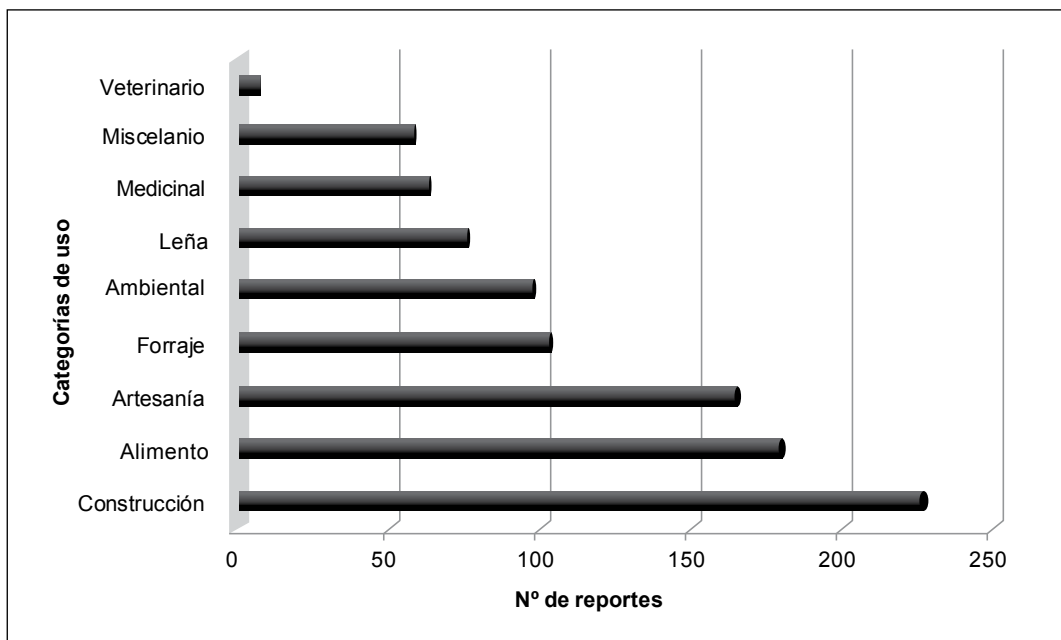


Figura 3. Categorías etnobotánicas según género, comunidad Las Casas.

Al comparar los reportes por grupos de edades, en la comunidad de Las Casas no hay diferencias, es decir tanto para los acianos, adultos y jóvenes, primero está la categoría alimento, construcción y artesanía. En Pedernal, el grupo anciano tiene preferencia primero por construcción (105 reportes), alimento (84), artesanía (66) y medicina (39). Mientras que el grupo adulto y joven primero reportan construcción, artesanía, alimento y ambiental.

Valor del consenso de uso de las leñosas nativas

En la comunidad de Las Casas se han estimado 28 leñosas nativas que tienen un consenso de uso de más de la mitad de población (Tabla 1). Existen especies que tienen un consenso de uso de toda la población como la mora blanca y la quina para construcción. *Anadenanthera colubrina* (curupau/willca), *Senna bicapsularis* (camba tipa) y *Juglans boliviana* (nogal), en misceláneos *Ficus guaranitica* (palo injerto) en medicina. *Ceiba boliviana* (orochi) en artesanía. *Inga adenophylla* (pakay th'apa), *Inga marginata*

(pakay k'ala), *Eugenia involucrata* (wawincho) y *Myrcianthes pungens* (sawinto) en alimento. De todas las categorías, alimento es la que tiene 10 plantas nativas con más de la mitad de la población en consenso de uso, luego esta construcción con seis.

En la comunidad de Pedernal, la quina es la que tiene el consenso de toda la población tanto en construcción como en artesanía, lo mismo el *Myrcianthes pungens* (sawinto) en la categoría alimento. También es destacable el consenso logrado por el *Anadenanthera colubrina* (curupau/willca) en misceláneos, *Astronium urundeuva* (soto/cuchi) en construcción, *Ficus guaranitica* (palo injerto) en medicina, *Cedrela fissilis* (cedro) en artesanía y *Inga marginata* (pakay k'ala) en alimento (Tabla 2). También en Pedernal la categoría alimento es la que tiene nueve plantas con el consenso de uso de más de la mitad de la población, luego sigue construcción con siete y artesanía con seis.

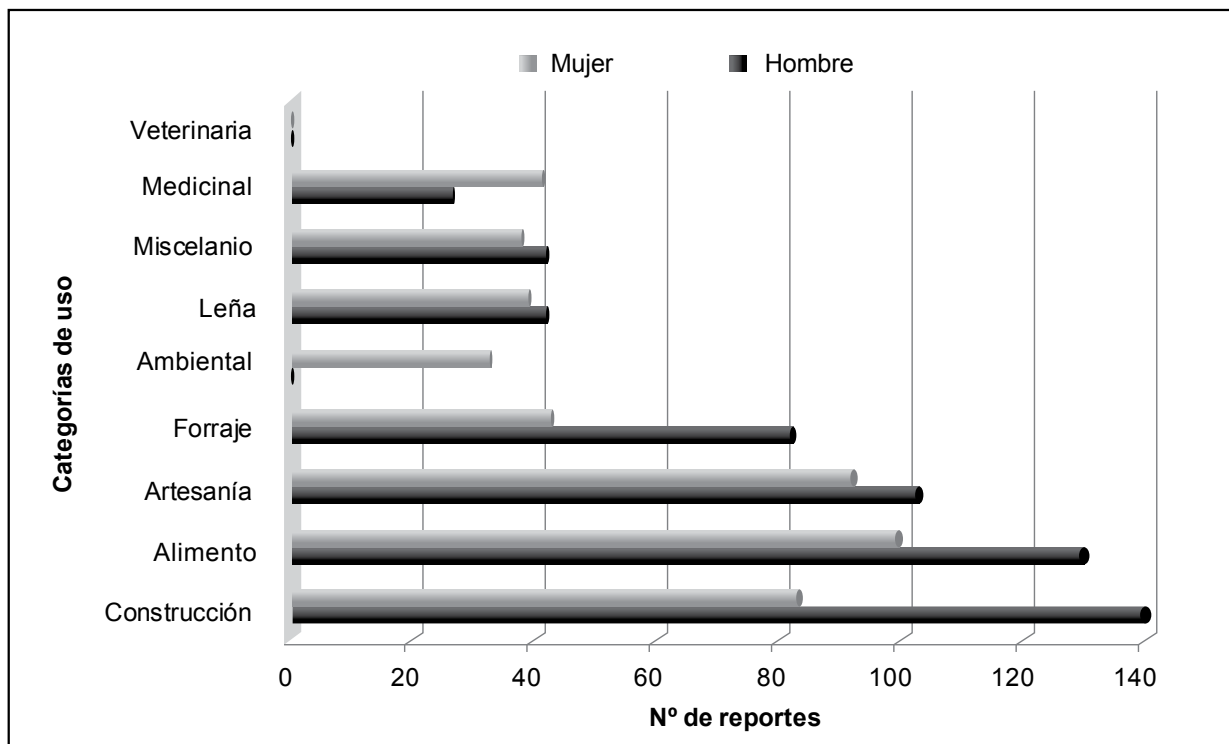


Figura 4. Categorías etnobotánicas según género, comunidad Pedernal.

Tabla 1. Leñosas nativas con mayor valor de consenso de uso en la comunidad de Las Casas

Nombre científico	Nombre común	Categoría	Ucs
<i>Parabignonia sp.</i>	Mora blanca	Construcción	1.0
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	Construcción	1.0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Curupau/Willca	Misceláneos	1.0
<i>Senna bicapsularis</i>	Camba tipa	Misceláneos	1.0
<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	Misceláneos	1.0
<i>Ficus guaranitica</i>	Palo injerto	Medicinal	1.0
<i>Ceiba boliviana</i>	Orochi	Artesanía	1.0
<i>Inga adenophylla</i>	Pakay th'apa	Alimento	1.0
<i>Inga marginata</i>	Pakay k'ala	Alimento	1.0
<i>Eugenia involucrata</i>	Wawincho	Alimento	1.0
<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	Alimento	1.0
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	Artesanía	0.9
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Curupau/Willca	Leña	0.8
<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	Alimento	0.8
<i>Adenaria floribunda</i>	Puca puquillo	Leña	0.7
<i>Acacia aroma</i>	Sirao	Leña	0.6
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Curupau/Willca	Construcción	0.4
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Construcción	0.4
<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	Forraje	0.4
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Artesanía	0.4
<i>Rollinia herzogii</i>	Chirimoya del monte	Alimento	0.4
<i>Psidium guineensis</i>	Guayabilla	Alimento	0.4
<i>Capparis cf. prisca</i>	Paltay	Alimento	0.3
<i>Rubus boliviensis</i>	Zarzamora	Alimento	0.2
<i>Allophylus edulis</i>	Frutilla	Alimento	0.2
<i>Astronium urundeuva</i>	Cuchi	Construcción	0.1
<i>Tabebuia lapacho</i>	Tajibo	Construcción	0.1
<i>Acacia aroma</i>	Sirao	Forraje	0.1

Tabla 2. Leñosas nativas con mayor valor de consenso de uso en la comunidad de Pedernal

Nombre científico	Nombre común	Categoría	Ucs
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	Construcción	1.0
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	Artesanía	1.0
<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	Alimento	1.0
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Curupau/Willca	Misceláneos	0.9
<i>Astronium urundeuva</i>	Soto/Cuchi	Construcción	0.9
<i>Ficus guaranitica</i>	Palo injerto	Medicina	0.9
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Artesanía	0.9
<i>Inga marginata</i>	Pakay k'ala	Alimento	0.9
<i>Parabignonia sp.</i>	Mora Blanca	Construcción	0.8
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	Leña	0.8
<i>Ceiba boliviana</i>	Orochi	Artesanía	0.8
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboy	Artesanía	0.7
<i>Eugenia involucrata</i>	Wawincho	Alimento	0.7
<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	Misceláneos	0.6
<i>Rollinia herzogii</i>	Chirimoya del monte	Alimento	0.6
<i>Inga adenophylla</i>	Pakay Th'apa	Alimento	0.6
<i>Acacia aroma</i>	Sirao	Forraje	0.5
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Curupau/Willca	Leña	0.5
<i>Tabebuia lapacho</i>	Tajibo	Construcción	0.4
<i>Tecoma stans</i>	Guaranguay	Construcción	0.4
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	Construcción	0.4
<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	Forraje	0.4
<i>Capparis cf. prisca</i>	Paltay	Alimento	0.4
<i>Psidium guajava</i>	Guayabo	Alimento	0.4
<i>Rubus boliviensis</i>	Zarza mora	Alimento	0.4
<i>Acacia aroma</i>	Sirao	Leña	0.3
<i>Herreria montevidensis</i>	Caja Wajtana	Artesanía	0.3
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Curupau/Willca	Construcción	0.2
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Agua	Alimento	0.2
<i>Tecoma stans</i>	Guaranguay	Forraje	0.1
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Tarco	Artesanía	0.1

Plantas según criterio de uso local y según criterio agroforestal

En la comunidad de Las Casas, las plantas más valoradas desde el conocimiento local corresponden a las utilizadas en la categoría construcción, *Myroxylon peruiferum* (quina), y *Astronium urundeuva* (soto/cuchi) y en artesanía *Cedrela fissilis* (cedro), *Machaerium scleroxylon* (espinillo), *Enterolobium contortisiliquum* (timboy). Las plantas valoradas desde el conocimiento, en su mayoría cumplen con más del 50% de los 24 criterios agroforestales evaluados, en ese sentido se tiene aproximadamente 16 plantas que pueden ser incorporadas a la agricultura mediante sistemas agroforestales (Tabla 3).

En la comunidad de Pedernal también las más valoradas desde el conocimiento local son utilizadas en la categoría construcción *Myroxylon peruiferum* (quina) y *Cedrela fissilis* (cedro) en artesanía. De la misma forma que en la anterior comunidad, las

plantas que los comunarios le dan mayor puntaje, son las que cumplen mayores criterios agroforestales. Si comparamos la variación del cumplimiento de criterios agroforestales de la misma planta que tiene más puntuación entre Las Casa y Pedernal, no hay mucha variación, es decir *M. peruiferum* (quina) para los informantes de Las Casas cumple 16 criterios y para Pedernal 19 criterios, *Tipuana tipu* (tipa) cumple 15 en Las Casas y 17 criterios en Pedernal. Mientras que el cedro reúne 16 en Las Casas y 15 criterios en Pedernal, *Anadenanthera colubrina* (wilca) 16 en Las Casas y 13 en Pedernal, *Enterolobium contortisiliquum* (Timboy) 16 en Las Casas y 16 en Pedernal, *Juglans boliviana* (nogal) 14 en Las Casas y 16 en Pedernal. Por otro lado *Myrcianthes pungens* (sawinto) denota un mayor rango de diferencia, es decir que para Las Casas cumple 18 criterios, mientras que para pedernal sólo 13. Si comparamos las plantas priorizadas entre Las Casas y Pedernal, 14 son similares en sus usos y siete son exclusivas para cada comunidad (Tabla 4).

Tabla 3. Valoración local y agroforestal de leñosas nativas, comunidad Las Casas

Valoración local			Valoración agroforestal		
Nombre científico	Nombre común	Puntaje sobre 100	Nombre científico	Nombre común	CCA*
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	21	<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	18
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	18	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	16
<i>Astronium urundeuva</i>	Soto/Cuchi	7	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	16
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboy	6.8	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboy	16
<i>Machaerium scleroxylon</i>	Espinillo	6.4	<i>Acacia aroma</i>	Sirao	16
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Willca	5.6	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Willca	16
<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	5.4	<i>Eugenia involucrata</i>	Wawincho	16
<i>Tabebuia lapacho</i>	Tajibo	5	<i>Machaerium scleroxylon</i>	Espinillo	15
<i>Acacia aroma</i>	Sirao	4.2	<i>Prosopis alba</i>	Thacu	15
<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	3	<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	15
<i>Cordia alliodora</i>	Lapacho	2.6	<i>Tabebuia lapacho</i>	Tajibo	14
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Thola	2.2	<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	14
<i>Acacia albicorticata</i>	Quellu taqu	2.2	<i>Cordia alliodora</i>	Lapacho	14
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Sotillo	2	<i>Acacia albicorticata</i>	Quellu taqu	14
<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	1.8	<i>Carica quercifolia</i>	Gargatea	14
<i>Citrus medica</i>	Sidra	1.8	<i>Astronium urundeuva</i>	Soto/Cuchi	13
<i>Vasconcellea quercifolia</i>	Gargatea	1.8	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Sotillo	13
<i>Prosopis alba</i>	Thacu	1.2	<i>Baccharis dracunculifolia</i>	Thola	12
<i>Eugenia involucrata</i>	Wawincho	1	<i>Inga adenophylla</i>	Pakay thapa	11
<i>Inga adenophylla</i>	Pakay thapa	1	<i>Citrus medica</i>	Cidra	8

*CCA: Cumplen criterios agroforestales.

Tabla 4. Valoración local y agroforestal de leñosas nativas, comunidad Pedernal

Valoración local			Valoración agroforestal		
Nombre científico	Nombre común	Puntaje sobre 100	Nombre científico	Nombre común	CCA*
<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	27	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	19
<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	14	<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	17
<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	7.6	<i>Juglans boliviana</i>	Nogal	16
<i>Machaerium scleroxylon</i>	Espinillo	7	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboy	16
<i>Tabebuia lapacho</i>	Tajibo	6.6	<i>Machaerium scleroxylon</i>	Espinillo	15
<i>Astronium urundeuva</i>	Soto/Cuchi	6	<i>Cedrela fissilis</i>	Cedro	15
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Timboy	4.4	<i>Capsicum baccatum</i>	Arivivi	15
<i>Tipuana tipu</i>	Tipa	4.2	<i>Tabebuia lapacho</i>	Tajibo	14
<i>Capsicum baccatum</i>	Aribibi	3	<i>Acacia albicorticata</i>	Quellu taqu	14
<i>Acacia albicorticata</i>	Quellu taqu	2.6	<i>Piper elongatum</i>	Matico	14
<i>Calycorectes psidiiflorus</i>	Arrayan	2.4	<i>Astronium urundeuva</i>	Soto/Cuchi	13
<i>Anadenanthera colubrina</i>	Willca	2	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Willca	13
<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	2	<i>Calycorectes psidiiflorus</i>	Arrayan	13
<i>Pogonopus tubulosus</i>	Quinina	2	<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	13
<i>Rubus boliviensis</i>	Zarza Mora	2	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Sotillo	11
<i>Piper elongatum</i>	Matico	1.8	<i>Lithraea ternifolia</i>	Lloq'e	11
<i>Schinus molle</i>	Molle	1.4	<i>Schinus molle</i>	Molle	10
<i>Acacia aroma</i>	Sirao	1	<i>Pogonopus tubulosus</i>	Quinina	10
<i>Lithraea ternifolia</i>	Lloq'e	1	<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Tarco	10
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Sotillo	1	<i>Acacia aroma</i>	Sirao	9
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	Tarco	1	<i>Rubus boliviensis</i>	Zarza Mora	6

*CCA: Cumplimiento de criterios agroforestales.

Discusión

Riqueza de las leñosas nativas de uso local

Las comunidades de Las Casas y Pedernal registraron 76 y 70 especies de leñosas con uso local respectivamente. Éstos resultados son relativamente menores a los encontrados por Carretero (2005) en la comunidad Tentayapi, quien registró una diversidad de 92 etnoespecies con uso local, la diferencia probablemente este dada debido a que el estudio también incluyó herbáceas. Analizando desde el punto de vista botánico la familia más representativa fue Fabaceae, coincidiendo con estudios realizados por Quiroga (2007) y Carretero (2005, 2007), quienes mencionan a la familia Leguminosaceae como la más representativa, que a su vez en el bosque Tucumano-Boliviano florísticamente es una de las familias más numerosas según estudios realizados por Serrano (2003).

Las categorías etnobotánicas con los mayores valores de riqueza se registraron en la comunidad de las Las Casas, correspondiendo a las categorías de artesanía y construcción y para Pedernal las categorías de ambiental y artesanía. Estos datos coinciden con estudios realizados por Carretero (2007), quien muestra que la categoría tecnología es la que acumula mayor reportes, entendiéndose que en este estudio tecnología se utiliza como equivalente de artesanía. Sin embargo, la categoría ambiental si es exclusiva para Pedernal, ya que en ningún estudio etnobotánico realizado en el sub andino de Chuquisaca es reportada como la que tienen mayor riqueza, ni como la más importante. Probablemente se deba a la influencia de la intensificación de cursos realizados por diversas instituciones en la temática ambiental.

Uso local de leñosas nativas según la pertenencia hombre y mujer

Sólo en la comunidad de Las Casas la categoría medicinal es donde el conocimiento de las mujeres es mayor que los hombres, esto es apoyado por el estudio de Balslev & Noguera (2005) que indica que los hombres conocen más plantas utilizadas en construcción y las mujeres más plantas medicinales. En relación a la edad, los adultos (33-50 años) y los ancianos mayores a 50 años, son quienes conocen y usan más a las plantas leñosas dentro de todas categorías de uso, el uso local de leñosas nativas disminuye entre los jóvenes (15-32 años), en general se percibe que el conocimiento local del uso de plantas nativas se esté perdiendo de generación en generación.

Valor de uso de las leñosas nativas

La aplicación del índice del valor de uso en cada categoría, permite visualizar especies que tienen la aceptación por la mayoría de la población dentro de sus categorías de uso, existiendo preponderancia de las plantas utilizadas en construcción o artesanía, ya que estas categorías incluyen maderables de alto valor comercial en el mercado, que son demandados para la construcción y en la fabricación de muebles como la *Myroxylon peruiferum* (quina), *Cedrela fissilis* (cedro), *Astronium urundeuva* (cuchi), *Enterolobium contortisiliquum* (Timboy) y *Juglans boliviana* (nogal). Mientras que las plantas usadas en la categoría alimentación, medicina, forraje, leña y misceláneos, no representan un ingreso económico como las anteriores, sino su importancia está definida por el autoconsumo local, que en términos monetarios no es visible para las familias. Sin embargo, el tener un listado de leñosas nativas que tienen un consenso de uso por la población (estimado en cada categoría), y el otro listado elaborado a partir de las 10 plantas elegidas por los informantes claves, valoradas por el grado de cumplimiento de criterios agroforestales, permite identificar leñosas nativas que integra estos tres criterios.

Se cuenta con suficiente información de especies leñosas para iniciar la implementación de sistemas agroforestales sucesionales, teniendo como alternativa el uso de estas leñosas como cultivos acompañantes. Esta primera selección de plantas no indica que necesariamente sean las mejores leñosas nativas para sistemas agroforestales sucesionales,

probablemente en el medio natural existan otras plantas que respondan al criterio de movilización de nutrientes (macro y micronutrientes) y producción de biomasa para la incorporación al suelo, que deberá ser respaldado por otros estudios que permita responder ¿Qué macro y micronutrientes moviliza y cuanto biomasa es capaz de aportar?.

Conclusiones

El bosque natural constituye un recurso natural valioso para ambas comunidades en estudio, por albergar plantas leñosas imprescindibles que cubren sus necesidades básicas diarias de alimento, medicina, construcción y tecnología, bajo estas condiciones se han identificado 88 y 79 leñosas nativas útiles, en la comunidad de Las Casas y Pedernal respectivamente.

La tradición de uso y conocimiento local refleja una diversidad de leñosas nativas que están disponibles en los ecosistemas de las comunidades de Las Casas y Pedernal, por otro lado los habitantes tanto hombres como mujeres, satisfacen sus necesidades de alimento, construcción, medicina y otros, y mientras más alejada la comunidad del centro poblado el uso de las leñosas nativas es mayor.

El número de reportes de los mismos informantes muestra que la importancia de las leñosas nativas, está relacionada con la contribución de esta especie para satisfacer las necesidades de medicina, construcción y otros. Sin embargo, no todas las especies y usos tienen la misma importancia para los pobladores de las comunidades.

La leñosas de mayor importancia en las comunidades de Las Casas y Pedernal son la quina (*Myroxylon peruiferum*) y cedro (*Cedrela fissilis*) usado principalmente en construcción y artesanía, apreciadas por los pobladores por su valor comercial.

Referencias

- Balslev H., & A. Noguera. 2005. Plantas Útiles y Conocimiento Local en Comunidades de la Reserva Biológica Indio Maíz, Rio San Juan, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente Informe Proyecto Investigación, Biodiversidad, Ecología y Sociedad (IBESo)/UNA/PASMA. 6-22.
- Choque, R. 2011. Caracterización de la actividad ganadera bovina y su influencia en la vegetación de la comunidad potreros, municipio de villa

- serrano del PNANMI-Serranía Iñaño, Chuquisaca – Bolivia. Tesis de grado para Optar el título de Ingeniero en Recursos Naturales, Naturales. Universidad Mayor, Real Y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA2. 119.
- Carretero, A. 2005. Plantas útiles y de los conocimientos tradicionales En la selva Tucumano-Boliviano, tesis de maestría (M.Sc.), Instituto de Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias, Universidad de Aarhus, Dinamarca.
- Carretero, A., M. Serrano & A. Vildoza. 2007. Valoración Comunitaria de las Plantas útiles en Tentayapi. 3^{ra} Feria Exposición de Ciencia, Tecnología e Innovación. Documento informe. Sucre - Bolivia.
- Carretero, A., M. Serrano, F. Borchsenius & H. Balslev, 2011. Pueblos y Plantas de Chuquisaca- Estado del conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación. BEISA 2 Sucre, Bolivia.
- Coronado, V. 2010. Riqueza, diversidad, estructura y uso de los bosques mónicos secundarios en la micro-cuenca Tartagalito del PN-AMI Serranía del Iñaño, Luis Calvo del Dpto. Chuquisaca. Tesis de Grado para Obtener el Título de Ingeniera en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 2. Sucre. 107.
- Felipez, W. 2010. Identificación y valoración cultural de plantas nativas útiles con potencial económico en las Comunidades de Iripiti y monte Grande del PN ANMI -Serranía del Iñaño del Departamento de Chuquisaca. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA2. 77.
- IPBES. 2014. <http://www.ipbes.net/>
- Kish, L. 1982. Muestreo de encuestas, 3^o Reimpr, Trillas, Mexico, 763.
- Leigh, E.G. 1999. Tropical forest ecology - a view from Barro Colorado Island. Oxford: Oxford University Press. 43.
- Moreno, P. 2013. Evaluación de la desertificación en la cuenca del Río Mizque utilizando herramientas de análisis multicriterio. Tesis de Maestría, Universidad Mayor de San Simón. Noviembre, 2013. Cochabamba, Bolivia.
- Orias, J. 2010. Uso Actual y Valor Cultural de las Plantas Nativas Útiles en las Comunidades de Entierillos y Santiago de las Frías del PN-ANMI Serranía del Iñaño. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA2. 23-33
- Ospina, A. 2003. Agroforestería. Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal.
- Ospina, A. 2004. Propuesta Metodológica de Clasificación Agroforestal.
- Ospina, A. 2008. Aproximación a la Caracterización Agroforestal. Síntesis de una propuesta metodológica, Cali, Colombia: ACOSOC, 8.
- Ospina, A. 2006. Agroforestería, Aportes conceptuales, metodológicos y prácticos para el estudio agroforestal, ed., Asociación del Colectivo de Agroecología del Suroccidente Colombiano-ACOSOC Cali, Colombia, 22.
- Phillips, O. & A.H. Gentry, 1994. The useful plants of Tambopata, Perú: II. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany and Amazonian Conservation.
- Phillips, O. & A. H. Gentry. 1993. The useful plants of Tambopata, Perú: I. Additional hypothesis testing in quantitative ethnobotany. Economic botany 47(1): 33-43.
- Quiroga, R., 2007. Estudio etnobotánica en el pueblo Weenhayek de la Provincia Gran chaco Tarija. Tesis de Licenciatura UMSS. Cochabamba, Bolivia
- Serrano, M. 2003. Estructura y Composición de Bosques Montanos Subtropicales y sus Implicaciones para la Conservación y el Manejo de los Recursos Forestales Serranía del Iñaño, Bolivia, Tesis de Maestría Turrialba. Costa Rica. 15 -17.
- SERNAP. 2008. Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño, http://www.sernap.gov.bo/areasprotegidas/area_22/index.htm.
- Terán, H. 2010. Valoración cultural de las plantas silvestres útiles en las comunidades de Azero Norte y Bella Vista del PNANMI- Serranía de Iñaño departamento de Chuquisaca. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA ZONISIG. 2000. Zonificación Agroecológica del departamento de Chuquisaca.

Desarrollo del cultivo del naranjo (*Citrus sinensis*) en sistemas agroforestales sucesionales en el Municipio de Monteagudo, Chuquisaca

Growth of the orange crop (*Citrus sinensis*) in successional agroforestry systems
in the Monteagudo Municipality, Chuquisaca

Manuel Horacio Jiménez Huamán^{1*} & Arminda Ortiz Paniaga^{1,2}

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

²Carrera de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier de Chuquisaca. Centro Experimental El Bañado, final calle el Porvenir, Monteagudo, Chuquisaca- Bolivia.

*mjimenezhuaman@yahoo.com.

Resumen

En Bolivia, el cultivo de cítricos y su consumo han registrado un fuerte crecimiento, sin embargo en el Chaco Chuquisaqueño las parcelas cultivadas en monocultivo se están deteriorando, donde el establecimiento de sistemas agroforestales sucesionales (SAFs) se muestran como alternativa para parar la degradación de los ecosistemas. La investigación se realizó en la parcela Experimental de la Comunidad El Zapallar del municipio Monteagudo, durante los años 2013-2014 con el objetivo de evaluar el crecimiento y la sanidad de la naranja cultivada en núcleos Sucesionales Agroforestales y analizar la composición física química del suelo resultado de la comparación de un SAFs y otro convencional con cítricos. En las parcelas de 13.5 m x 52 m de largo cada una se realizó el análisis físico químico del suelo, y se seleccionó 13 plantas de cítricos para registrar su crecimiento. Los resultados indican que el crecimiento y la incidencia de plagas y enfermedades, en los primeros 105 días, es similar entre las parcelas SAFs y el sistema convencional. El análisis físico químico inicial, mostro suelos arenosos con escasa materia orgánica (1.5% a 1.6%), la incorporación de biomasa al suelo en el SAFs alcanzo 2.9 kg/m² y en el convencional la incorporación fue menor. Los SAFs permiten la recuperación del suelo, por el continuo aprovisionamiento de biomasa vegetal, por la presencia de plantas acompañantes de diferentes ciclos de vida.

Palabras clave: Agroforestería, biomasa, cítricos, sucesión vegetal, suelo.

Abstract

In Bolivia, the cultivation and consumption of citrus crops has experienced a strong growth, however in the chaco region of Chuquisaca, monoculture plots have been deteriorating, where the establishment of successional agroforestry systems (SAFs), have been shown to be an alternative. The investigation was carried out in the experimental plot of the El Zapallar community of the Monteagudo municipality, during the years of 2013-2014 with the objective of evaluating the growth and the health of the orange cultivated in successional agroforestry nuclei, and to analyze the physical-chemical composition of the soil resulting from the comparison between one of the SAFs and a conventional plot with citrus. In the plots of 13.5 m x 52 m long, a physical-chemical analysis of the soil was carried out and 13 individual citrus plants were selected to register growth. The results indicate that the growth and the incidence of pests and diseases in the first 105 days, is similar between the SAF plots and the conventional plots. The initial physical-chemical analysis showed sandy soils with low organic material content (1.5-1.6%). The incorporation of biomass in the soil in the SAF plots reached 2.9 kg/m², and in conventional plots the incorporation was less. The SAF plots permit the soil recovery process to occur, through continuous apportioning of vegetable biomass, supported by the presence of plants at different life stages.

Key words: Agroforestry, biomass, citrus, vegetation succession, soil.

Introducción

Los cítricos, especialmente la naranja (*Citrus sinensis*) es uno de los frutos más consumidos en Bolivia y en el mundo (FAOSTAT 2014), su consumo se está incrementando a una media de 3.5% anual (Spreen 2010). En la actualidad el mayor productor de naranja en Latinoamérica es Brasil, y Bolivia ocupa una posición marginal, sin embargo es importante destacar la tasa de crecimiento de nuestro país, se sitúa alrededor del 5% anual, debido al enorme potencial para la producción de cítricos en las tierras bajas y la demanda nacional de cítricos. En Bolivia se estima que la producción anual de naranjas es de 150 mil toneladas en el Chapare, 80 mil toneladas en los Yungas y 100 mil toneladas aproximadamente en el departamento de Santa Cruz (Loza et al. 2013).

El cultivo de cítricos en la parte del Chaco Chuquisaqueño, inició en pequeños huertos familiares siguiendo prácticas agroforestales tradicionales. Sin embargo, el grado de dulzor y jugosidad de la naranja, proveniente de esta región, incrementó la demanda de esta fruta y los huertos se transformaron en áreas más grandes cultivados bajo un sistema de monocultivo. A partir de la intensificación del cultivo de cítricos, los problemas fitosanitarios también se incrementaron, con la presencia de enfermedades como la gomosis (*Phytophthora parasítica* y *P. citrophthora*) que empezó a diezmar gran parte de las plantaciones, hecho que originó la respuesta de algunas instituciones de desarrollo, quienes promocionaron plantines injertados con pies resistentes de naranjo agrio (*Citrus aurantium*), naranjo trifoliado (*Poncirus trifoliata*) e híbridos de citrange (*Citrus sinensis* x *Poncirus trifoliata*). Estas soluciones nuevamente alentaron a los agricultores a renovar sus plantaciones viejas, pero desafortunadamente en la actualidad nuevamente están recrudeciendo antiguos problemas fitosanitarios como la cancrrosis (*Xanthomonas axonopodis*) y leprosis esta última una enfermedad viral transmitida principalmente por *Brevipalpus phoenicis*, que está causando la muerte prematura de las plantaciones de cítricos, convirtiéndose en una amenaza por toda la zona productora (SENASAG 2011).

Desde la perspectiva agroecológica, los problemas antes indicados de la incidencia negativa de plagas, enfermedades y malezas, son indicadores de la degradación del agroecosistema, y muestra que

el sistema de manejo agrícola no es adecuado, porque va en contra de los procesos naturales de la sucesión natural de la vegetación en áreas que son deforestadas para estas plantaciones (Milz 1998) y para la conservación de la agrobiodiversidad que pueden mitigar estos problemas (Altieri 2012). En ese sentido es necesario buscar opciones en el cultivo de cítricos que armonicen con la dinámica natural, cambiando de un sistema de monocultivo un sistema más complejo denominado multiestrato (Schulz 2011), que integren mayor agrobiodiversidad y generen alternativas de una producción ecológica como nueva alternativa económica que se está incentivando en Bolivia, para alcanzar la seguridad alimentaria de la población (Abreu 2008, Key 2009).

Las plantas de naranja en su estado natural pertenecen al estrato medio, en un modelo de sucesión de la vegetación que tolera especies vegetales de dosel alto que estén arriba de su estrato (Milz 1998), estas características la hacen apropiada para su cultivo en Sistemas Agroforestales. Estas adaptaciones del cultivo en sistemas diversificados también se puede evidenciar en plantaciones manejados por los agricultores de las comunidades del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñao, que cultivan la naranja en pequeños huertos asociados con plátano (*Musa* spp.), papaya (*Carica* spp), pacays (*Inga* spp.), guayabas e incluso algunas especies forestales. Según Milz (2010) el cultivo de naranja en sistemas agroforestales sucesionales (SAFs) es una opción sustentable a los diversos problemas que se pueden presentar en monocultivo, que originan bajos rendimientos, pérdida de fertilidad de los suelos, aparición de plagas y enfermedades que también desarrollan organizaciones como ECOSAF y ECOTOP en Bolivia.

En ese sentido se considera, que si se promueve la provisión continua de materia orgánica al suelo, estos problemas pueden desaparecer paulatinamente y los Sistemas Agroforestales Sucesionales garantizan este flujo de energía, porque integra especies vegetales de diferentes ciclos de vida. Götsch (1994) indica que es recomendable incluir desde el inicio del establecimiento de nuevos cultivos, plantas de varios estratos que forman un sistema en asociación, como las *plantas pioneras* en su mayoría anuales, que suelen aparecer cuando existe un claro dentro el bosque y que cubre rápidamente el suelo, y *plantas secundarias* que reemplazan a las pioneras en una

sucesión a un bosque primario de diferente ciclo de vida y *plantas del grupo de primarias* que conforman el bosque maduro, no habrá competencia entre las especies, sino más bien se dinamizarán entre ellas. Una especie complementa a la otra, y las especies de los consorcios anteriores crían a los que siguen. Por estas razones el presente estudio tuvo como objetivos 1) evaluar el crecimiento y la sanidad de la naranja cultivada en núcleos Sucesionales Agroforestales y 2) analizar la composición física química del suelo en relación al tratamiento SAFs y convencional en parcelas experimentales establecidas en el Municipio de Monteagudo, Chuquisaca.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El presente estudio se realizó en la comunidad de San Pedro del Zapallar, que es parte del municipio de Monteagudo, en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. Geográficamente ubicada al sur del departamento de Chuquisaca entre las coordenadas 19°00'00" a 19°47'30" de latitud sur y entre 64°43'00" a 64°09'15" de longitud oeste, en el rango altitudinal de 1.100 a 1.500 m. La temperatura media es de 20.4° C, siendo la mínima absoluta de -7 ° C y la máxima absoluta de 40.8° C (PDM. Monteagudo 2007-2011). El periodo de lluvias se concentra desde octubre hasta abril, sin embargo en estos últimos años el periodo lluvioso se está acortando (diciembre-abril), lo que trae consigo que se retrase la época de siembra. A partir de abril se registran los primeros surazos (frentes fríos que vienen del sur de Argentina). Al finalizar julio y agosto se presentan intensas heladas, tornándose perjudiciales para la agricultura.

Diseño experimental

Con fines de comparación se instalaron dos parcelas contiguas de 13.5 m x 52 m de largo cada una, en una se aplicó como tratamiento la plantación del cultivo de naranjo con las técnicas SAFs adoptadas de ECOTOP transmitida mediante talleres y cursos desarrollados en el Municipio y en la otra en el sistema convencional tradicional de la región. En cada parcela con 39 plantas de naranja, se eligieron 13 plantas correspondientes al surco central (unidades de evaluación); descartando las plantas de los surcos laterales para minimizar los efectos de borde. Los datos registrados se analizaron mediante un análisis

de varianza (ANOVA).

Instalación de la parcela con sistema de plantación de cítricos convencional

Se realizó la limpieza de todas las malezas presentes en el terreno, seguidamente se aplicó un agroquímico para el control total de malezas, luego se realizó el trazado de los puntos para la plantación de cítricos en un marco de plantación de 4 m entre plantas y 4.5 m entre surcos, luego se realizó el hoyado 30 x 30 x 30 cm. Para la plantación se adquirió plantas injertadas de naranja (variedad criolla), luego se procedió con la poda de limpieza cada 15 días, los controles de maleza se realizó con herbicida, entre periodos de 3 meses y el control fitosanitario se realizó cada vez que se identificaron problemas de plagas o enfermedades, alternando los productos para evitar problemas de resistencia.

Instalación del sistema Agroforestal con cítricos

Las actividades de siembra, poda de limpieza y control fitosanitario se realizaron de manera similar que en el sistema convencional. Para la instalación de la parcela se realizó el señalado con estacas los puntos donde se plantarían los cítricos y alrededor se hizo un deshierbe en aproximadamente 1 m de diámetro, en estos sitios se sembró y plantó como acompañantes de cada planta de naranja, al voleo canavalia (*Canavalia ensiformis*), guandul (*Cajanus cajan*) nueve plantas siguiendo la circunferencia alrededor de la planta, maíz (*Zea mays*) también nueve plantas, tártago (*Ricinus communis*) solo cuatro plantas, achiote (*Bixa orellana*) tres plantas, yuca (*Manihot esculenta*) tres plantas, morilla (*Morus alba*) una planta, y pacay kala (*Inga marginata*) una planta.

El marco de plantación de la naranja, fue el mismo que en el sistema convencional (4 x 4.5 m). Además de las plantas antes indicadas, en el callejón formado por las hileras de las plántulas de naranjas, se plantó intercalados las especies forestales como el cedro (*Cedrela saltensis*), quina (*Myroxylum peruiferum*) y timboy (*Enterolobium contortisiliquum*), todas a ocho metros de distancia en ellas; así mismo se plantó plátano cada 4 m. Otras plantas acompañantes identificados para estas áreas como el guaranguay (*Tecoma stans*) y khoso khoso (*Vernonanthura patens*) se esperaba que aparezcan por regeneración natural. El tamaño de los hoyos tuvo el mismo volumen que

en el convencional y el control de malezas se realizó manualmente.

Evaluación del crecimiento y la sanidad de las plántulas de naranja

En las plantas seleccionadas como unidades de evaluación, tanto de la parcela SAFs, como del convencional, se midió sistemáticamente el crecimiento de la naranja cada 15 días, anotando la altura y el número de hojas por planta. También se registró la presencia y/o ausencia de plagas o enfermedades cada 7 días, como referencia para aplicar las medidas correctivas de acuerdo a los síntomas fitosanitarios.

Evaluación de la composición físico químico del suelo

En los mismos puntos de referencia de las plantas donde se evaluó crecimiento y sanidad, se tomó sub muestras de suelo a 0.5 m de distancia del pie de la naranja, luego se mezcló uniformemente y se sacó una sola muestra por cada parcela (SAFs y convencional), a los 15 días de haber plantado los cítricos y a los 105 días. Las muestras una vez etiquetadas conforme al protocolo de preparación de muestras de suelos de

BEISA 3 (Orias 2012) se enviaron al laboratorio de suelos del Instituto de Tecnología de Alimentos de la Universidad Mayor Real y Pontificia de San Francisco Xavier.

Resultados

Crecimiento de las plantas de naranja

El crecimiento en altura registrado en las plantas de naranja, muestran diferencias a favor del tratamiento SAFs (Sistemas Agroforestales Sucesionales), desde el inicio hasta 15 días después, que se mantiene para el resto de las evaluaciones (Fig. 1). Sin embargo, conforme avanzaron los días se evidenció una ligera tendencia a incrementar mayor crecimiento en el tratamiento convencional, disminuyendo las diferencias con las plantas del tratamiento SAFs

El análisis estadístico sólo muestran diferencias significativas en relación a la altura de la planta a favor del tratamiento SAFs a los 15, 30 y 45 días de plantadas, luego el resto de las evaluaciones posteriores no mostraron diferencias significativas, que se puede evidenciar en la Figura 2.

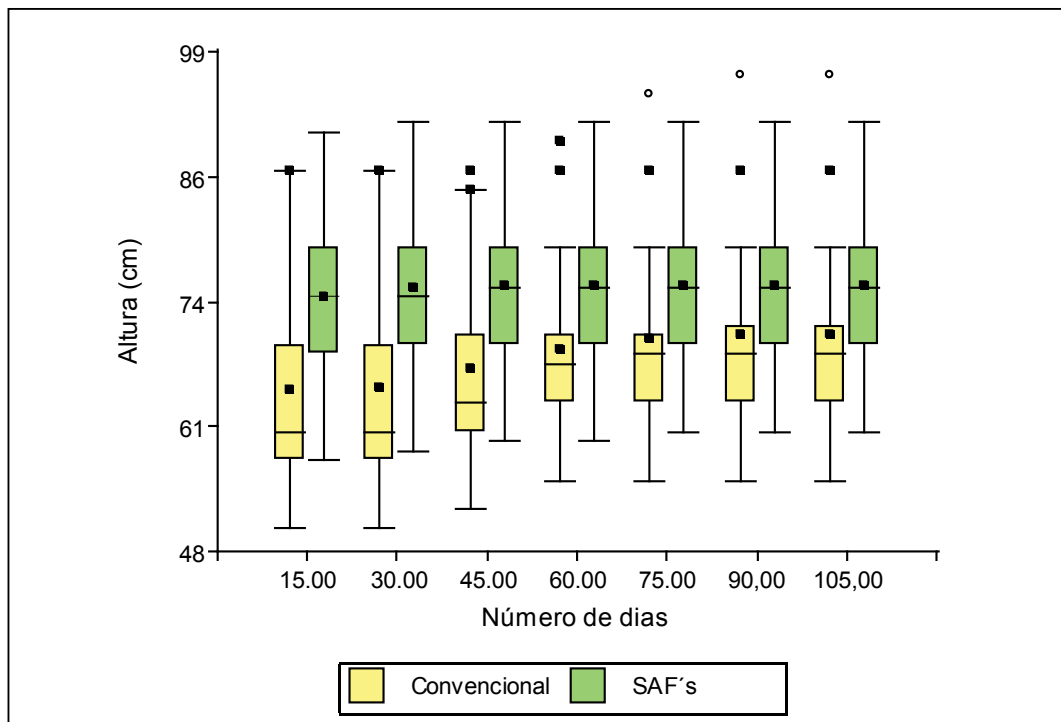


Figura 1. Crecimiento de los plantas de naranja con el tratamiento convencional y SAFs.

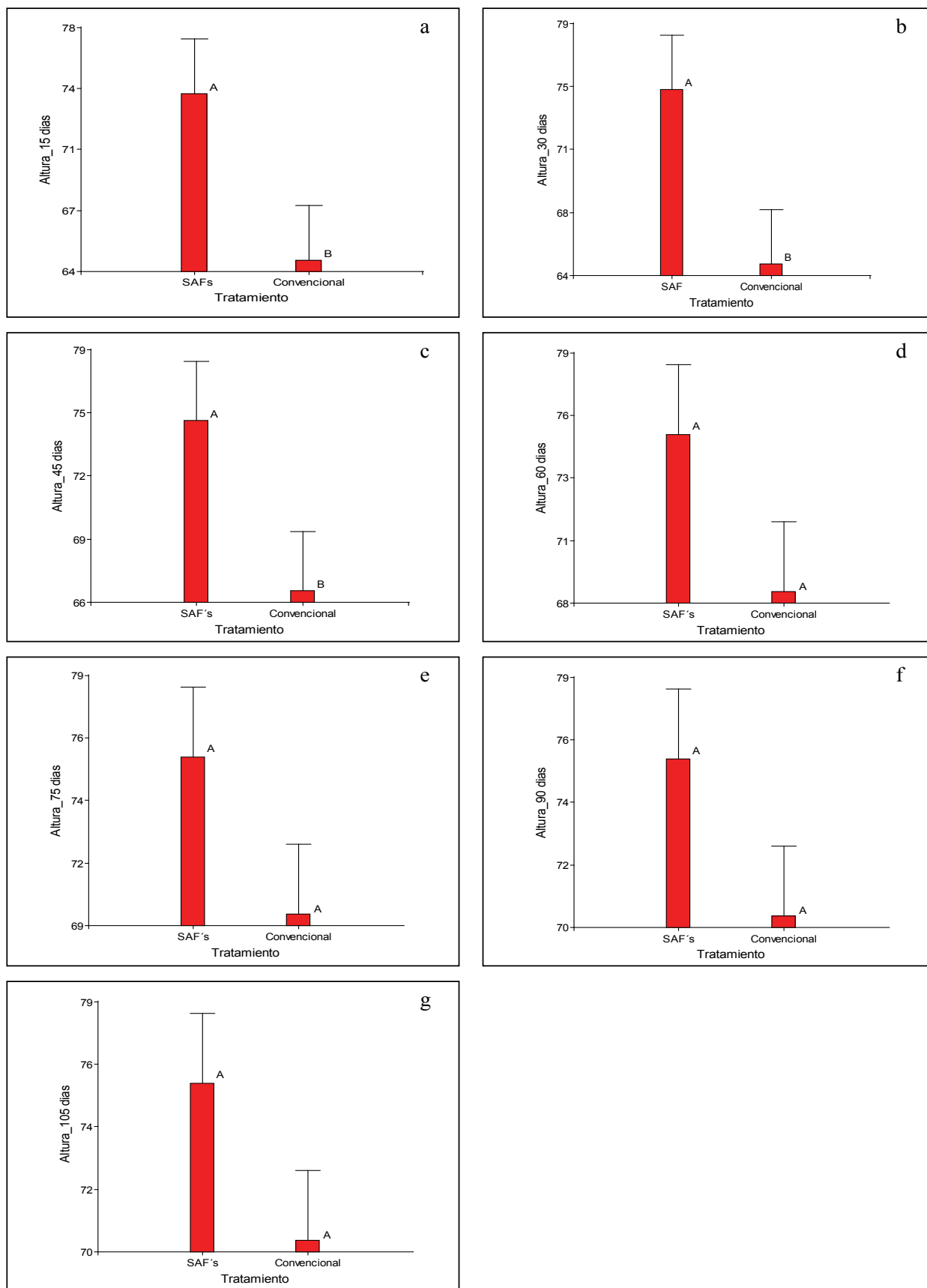


Figura 2. Diferencia entre el crecimiento de las plantas de naranja de los tratamientos convencional y SAFs en diferentes periodos de evaluación: a) 15 días, b) 30 días, c) 45 días, d) 60 días, e) 75, f) 90 días y g) 105 días.

En relación al número de hojas por planta, a los 15 días después de la plantación es mayor en el tratamiento SAFs (Fig 3). Pero esa diferencia tiende a acortarse conforme pasan los días, de tal forma que a los 45 días son iguales y a los 60 la mayor cantidad de hojas se registra en el tratamiento convencional. Para el resto de las tres últimas evaluaciones, la diferencia se mantiene estable a favor del sistema convencional.

El análisis estadístico para mostrar las diferencia del número de hojas entre ambos sistemas (Fig. 4), indica que sólo se obtienen diferencias significativas a favor de las plantas con el tratamiento SAFs a los 15 días de plantadas. Para el resto de las evaluaciones no existen diferencias significativas.

Sanidad de las plántulas de naranja

Para expresar la sanidad de las plantas de naranja sólo se tomó la presencia o ausencia de plagas y/o enfermedades. Al inicio se registró más plantas sanas en el tratamiento SAFs, luego a partir de la décima evaluación se encontró mayor número de plantas sanas en el sistema convencional. Finalmente en la última evaluación se registró la misma cantidad de plantas sanas en ambos tratamientos. Esto indica que tampoco hay diferencias en relación a la sanidad entre ambos tratamientos (Figura 5).

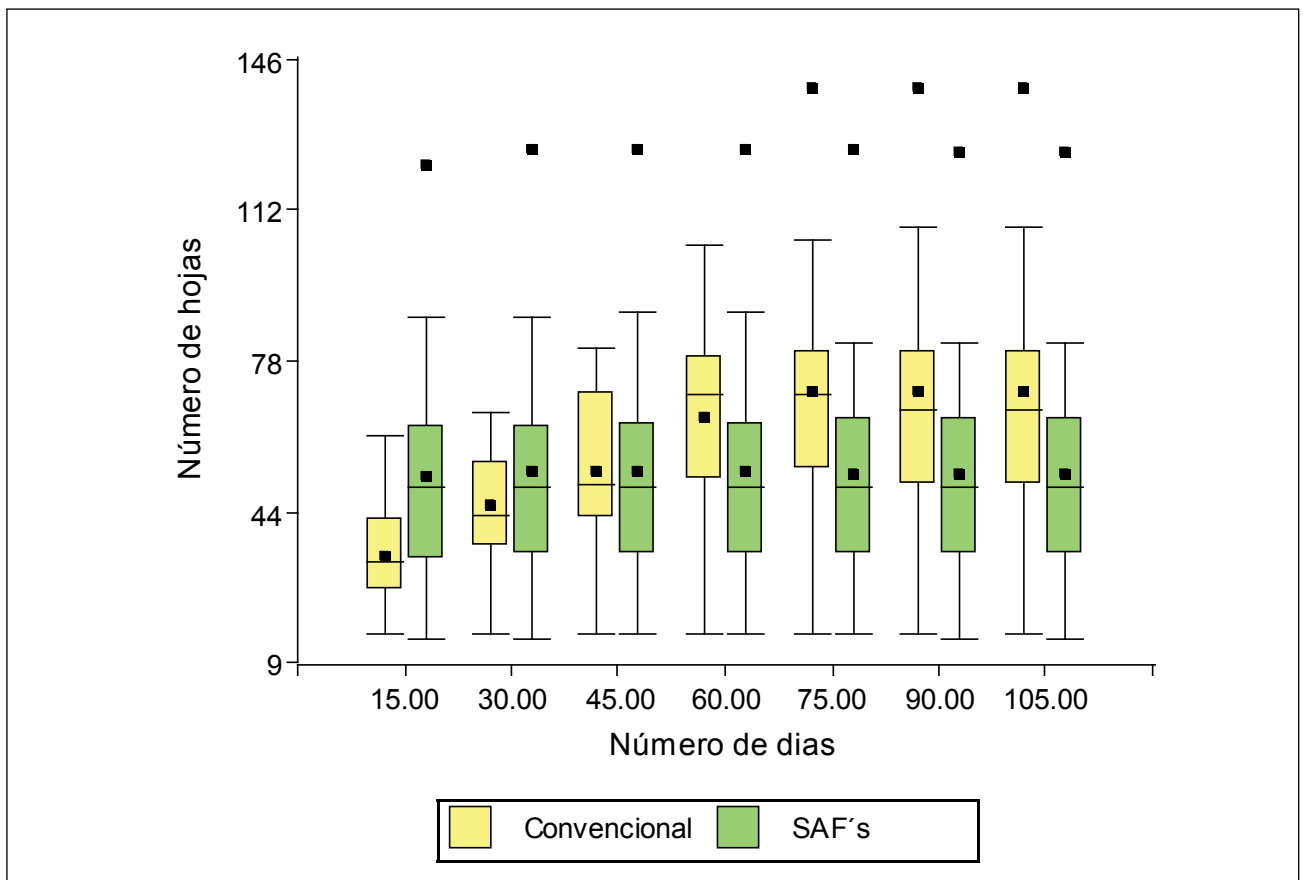


Figura 3. N° de hojas por planta según el tratamiento convencional y SAF.

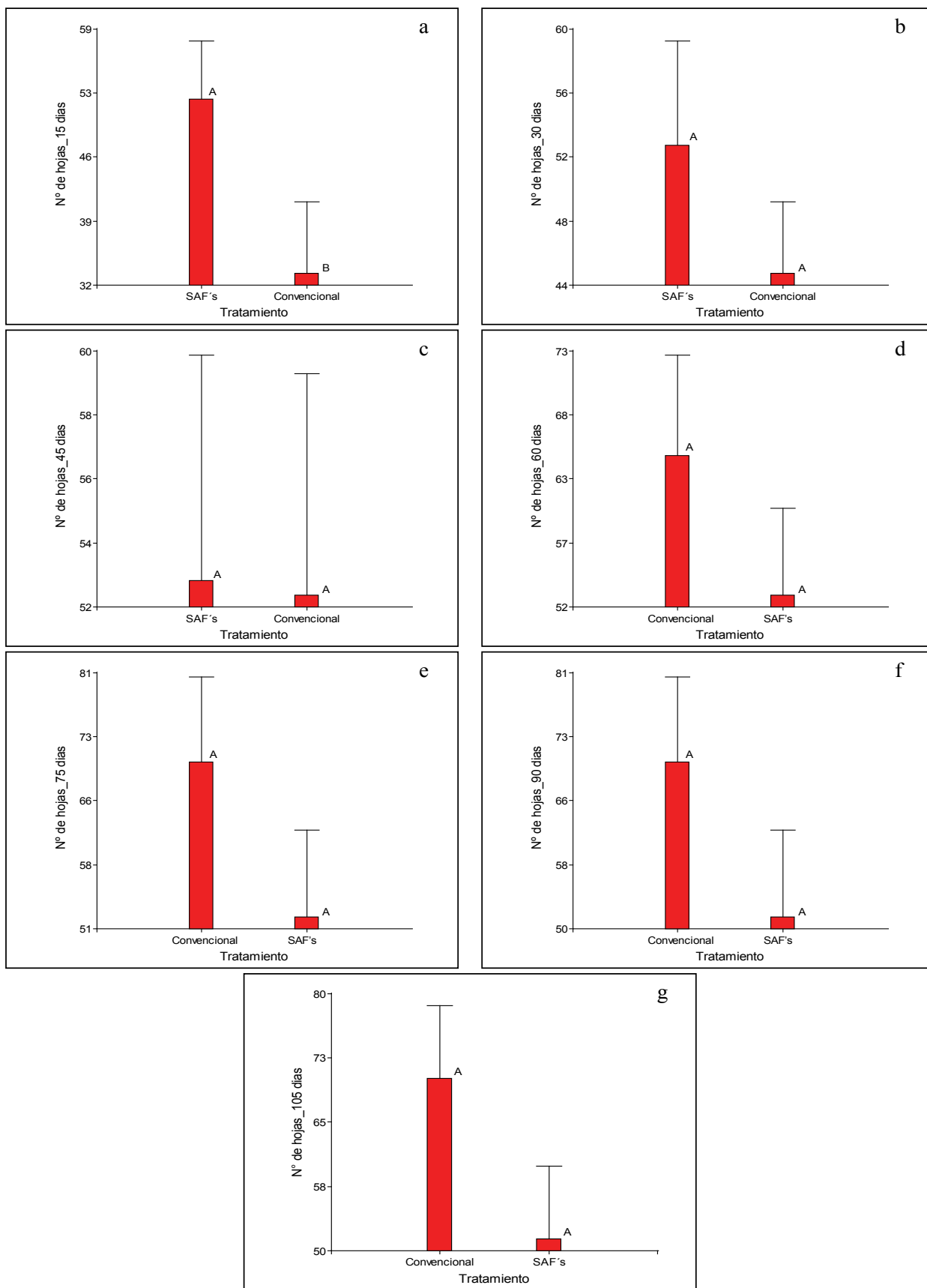


Figura 4. Comparaciones entre el número de hojas de las plantas de naranja de los tratamientos convencional y SAFs en diferentes periodos: a) 15 días, b) 30 días, c) 45 días, d) 60 días, e) 75, f) 90 días y g) 105 días.

Composición físico química del suelo

Según la evaluación inicial de las propiedades físico químicas, la parcela con el tratamiento convencional corresponde a un suelo franco arenoso (60% arena, 34% limo y 6% arcilla), con un pH moderadamente ácido (5.8). Algo similar es la parcela

SAFs (suelo franco arenoso), excepto que el contenido de arcilla sólo es de 1%. En relación al contenido de nitrógeno (N) ambas parcelas son similares, pero en el resto de nutrientes la parcela convencional tiene mejores condiciones que la de SAFs, sobre todo en materia orgánica (MO), cuyo contenido es un indicador de la salud del suelo (Tabla 1).

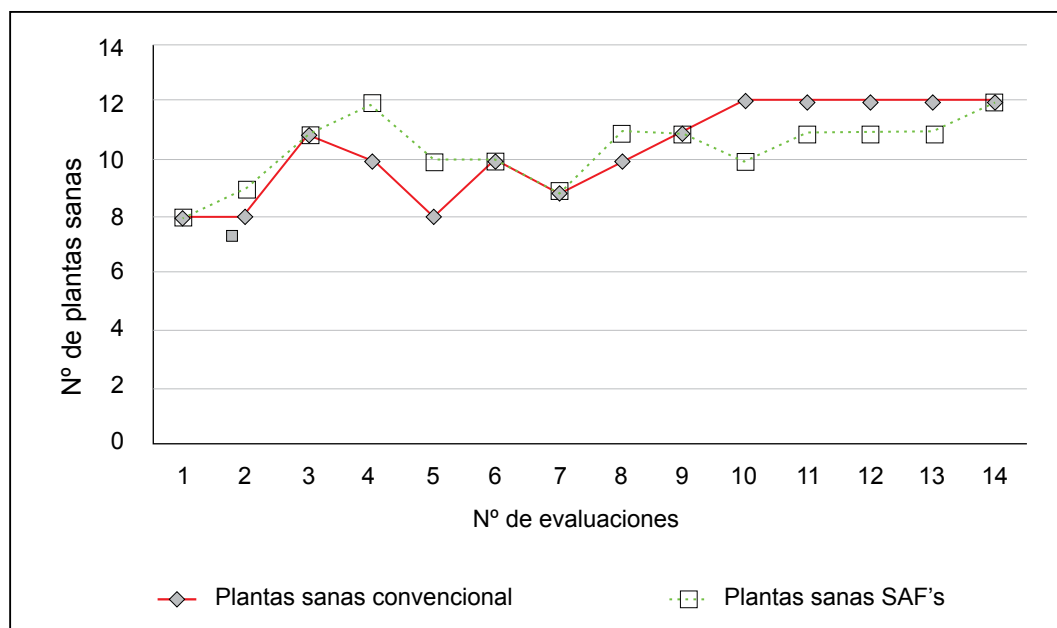


Figura 5. Plantas sanar registradas según el tratamiento convencional y SAFs.

Tabla 1. Composición inicial físico química del suelo en la parcela con el tratamiento convencional y SAFs.

Parámetro	Convencional	SAF's
Contenido de grava	0%	0%
Textura	82% Arena	80% Arena
	10 % Limo	12 % Limo
	8 % Arcilla	4 % Arcilla
pH	Deseado: 6.0-7.0	Deseado: 6.0-7.0
	Registrado: 6,30	Registrado:5,80
Conductividad Eléctrica	0.10 dS/m	0.10 dS/m
Nitrógeno Disponible (NO ₃ -N)	3 ppm	4 ppm
Fosforo Disponible (PO ₄ -P)	87 ppm	32 ppm
Potasio Disponible (k)	204 ppm	68 ppm
Calcio Disponible (Ca)	114 ppm	57 ppm
Magnesio Disponible (Mg)	13 ppm	12 ppm
Azufre Disponible (S)	23 ppm	23 ppm
Materia Orgánica	1,60%	1,50%
Sodio	0.01 ppm	0.01 ppm
Aluminio disponible (Al)	0 me/100g	0 me/100g
Acides Intercambiable (H ⁺)	0.03 me/100g	0.03 me/100g
Hierro disponible (Fe)	37 ppm	32 ppm
CIC(Capac.Interc.Catiónico)	1.2 me/100g	0.6 me/100g
Porcent. Saturación Aluminio	0.80%	1.80%
Porcent.Saturación Acidez	4.20%	7.20%

Fuente: Laboratorio de análisis plantas, aguas y suelos (Rodríguez 2013)

Por la corta duración del trabajo de campo (105 días), no fue posible proceder con el segundo análisis físico químico de las parcelas al final del experimento, pero se evaluó la cantidad de biomasa vegetal que fue posible incorporar al suelo en la parcela con el tratamiento SAFs durante los primeros 6 meses de seguimiento. El primer acompañante que se incorporó fue el maíz, aproximadamente a los 5 meses después de haber cosechado los choclos, haciendo un promedio de 1.2 kg/m² de biomasa. Luego se incorporó la Canavalia (*C. ensiformis*) a los 6 meses, con un aporte de 1.7 kg de biomasa/m². En total se incorporó hasta los 6 meses 2.9 kg/m² de biomasa, quedando aun varias especies por incorporar. Mientras que en la parcela convencional solo se incorporó la biomasa de las malezas producto del deshierbe.

Discusión

En relación a las diferencias de crecimiento entre las plantas de naranja bajo el tratamiento convencional y SAFs, que al inicio del experimento se presentó diferencias significativas en el tamaño de las plantas a favor del SAFs, y que al parecer estas diferencias estaban dadas porque los plantines de naranja en el SAFs eran más grandes que los del sistema convencional. Pero luego esta diferencia fue menor a favor de los plantines del sistema convencional, hasta que estadísticamente fueron iguales.

Si revisamos los datos del número de hojas, en la primera evaluación se evidencia que los plantines de la parcela SAFs también tenían más hojas que el sistema convencional aunque sin diferencias estadísticas, lo que confirma que las plantas del SAFs tenían mayor vitalidad. Si bien el análisis de datos obtenidos, muestran que las plantas del sistema convencional en ciertos periodos llegan a ser mayores en su crecimiento que las del sistema SAFs, sin embargo estas diferencias no son significativas. La explicación puede encontrarse en lo referido por Milz (2010) quien indica que los cultivos acompañantes van acumulando nutrientes en sus hojas, ramas y tallos, y que de alguna forma pueden interferir con el cultivo objetivo (naranja). Sin embargo, mediante las podas todos estos nutrientes estarán disponibles para la planta acumulando el material de poda en la base da cada planta, produciendo ciclos de crecimiento acelerado. Mientras que en el cultivo de naranja convencional, si bien es cierto que al inicio crece más rápido, pero conforme se van agotando los nutrientes,

el desarrollo se hace lento y necesariamente se tiene que recurrir a la fertilización química, por lo que el monocultivo no es sostenible en el tiempo. A diferencia del SAFs, que más bien va recuperando la fertilidad del suelo en forma natural, imitando a lo que sucede en la naturaleza en la regeneración de un bosque secundario. En relación a la sanidad del cultivo, tampoco se evidenciaron diferencias. Si bien estas evaluaciones son preliminares, pero ya permite despejar algunas dudas, no es cierto que los cultivos acompañantes eviten el desarrollo del cultivo principal porque compiten por los nutrientes, ya que estas interferencias momentáneas pueden solucionarse con podas oportunas. Por lo tanto, la continua incorporación de biomasa vegetal favorece el incremento de la materia orgánica.

Conclusiones

Por el corto periodo de evaluación no fue posible probar la hipótesis de investigación, pero si demostró que estadísticamente no existen diferencias en el crecimiento, como en la sanidad de las plantas de naranja establecidas en el sistema SAFs y convencional.

La aplicación de técnicas y métodos en el marco de los sistemas agroforestales sucesionales permiten la recuperación del suelo, por el continuo aprovisionamiento de biomasa vegetal, siendo indispensable la organización de las especies acompañantes en diferentes ciclos de vida, de tal forma unas tras otras vayan sucediéndose en la provisión biomasa al suelo. Sin embargo es recomendable proyectar las evaluaciones a largo plazo por el lento crecimiento de las plántulas en sus estadios iniciales, para que la biomasa incorporada al suelo se evidencie en la mejora de los parámetros físico químico del suelo.

Referencias

- Altieri, M.A., F.R. Funes-Monzote, & P. Petersen. 2012. Agroecologically efficient agricultural systems for smallholder farmers: contributions to food sovereignty. *Agronomy for Sustainable Development*. 32(1): 1-13.
- Abreu, S.d.L. & M.A. Watanabe. 2008. Agroforestry systems and food security among smallholder farmers of the Brazilian Amazon: A strategy for environmental global crisis, in 16th

- Ifoam Organic World Congress, 18 - 20 June 2008. Orgprints, 2008. Modena, Italy.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación). 2014. <http://www.fao.org/statistics/es/>
- Jaimez, R. E., W. Tezara, I. Coronel. & R. Urich. 2008. Ecofisiología del cacao (*Theobroma cacao* L.): su manejo en el sistema agroforestal. Sugerencia para su mejoramiento en Venezuela. Revista Forestal de Venezuela. Vol. 52, no. 2, 253-258.
- Götsch, E. 1994. Break-through in agriculture. ASPTA. Rio de Janeiro, Brazil.
- Götsch, E. 1995. Externe Evaluierung des Regionalprogramms Alto Beni, Yucumo, Rurrenabaque. La Paz, Bolivia.
- Götsch, E. & J. Milz. 2001. Manual Pirático - Técnicas de Sistemas Agroforestales Multiestrato, Primera edición: Depósito legal: 500 ejemplares 4-1-1523-01 Sapecho, noviembre de 2001.
- Keys, C. 2009. Owning Organics: Developing Bolivia's National Organic Standard, International Rural Planning and Development University of Guelph.
- Loza, S., R. Pantoja, M.R. Rocha. 2013. Determinación de la Genuinidad en jugos de Naranja Comercializados en los Supermercados de la Ciudad de La Paz. Rev.Cs.Farm. y Bioq. Vol1 N.1 La Paz.
- Milz, J. 1998. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque- Bolivia: Servicio Alemán de Cooperación Social-Técnica (DED), La Paz - Bolivia.
- Milz, J. 2010. Producción de Naranja (*Citrus sinensis*) en sistemas agroforestales sucesionales en Alto Beni, Bolivia - Estudio de caso, in Biodiversidad y Ecología en Bolivia, S. Beck, Editor Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés (UMSA): La Paz, Bolivia. 324-340.
- Naranjo, G. L. 2006. Sistemas Agroforestales para la producción pecuaria y la conservación de la biodiversidad. Argentina, referenciada 03/04/09, disponible: <http://www.produccion-animal.com.ar>
- Olivares, O. 1998. Hibridación somática de cítricos. Tesis en opción al grado de Doctor en Ciencias Biológicas. Universidad Politécnica Valencia. España. 202.
- Olorio, W. 2007. Evaluación del valor potencial de especies maderables en sistemas Agroforestales sucesionales en cultivos de Cacao "*Theobroma cacao* L. y Naranja "*Citrus sinensis*" en Sapecho -Alto Beni - Bolivia. Tesina para obtención del título Técnico Superior Forestal. Escuela Técnica Superior Forestal. Cochabamba.
- Orias, J. 2012. Protocolo para la preparación de muestras de suelos y estandarización de datos para el buen manejo de base de datos de suelos de BEISA 3. Documento técnico.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal), Monteagudo. 2007 - 2011. Gobierno Municipal de Monteagudo Primera Sección-Provincia Hernando Siles.
- SENASAG (Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria). 2011. Informe técnico.
- Somarriva, E. & L. Trujillo. 2005. Proyecto Modernización de la Cacaocultura orgánica del Alto Beni, Bolivia. Agroforestería en las Américas, 2005. Agroforestry Systems 43-44: 6-14.
- Soto, V. & J. Milz. 2004. Evaluación comparativa de incidencia de mosca de la fruta en cítricos en sistemas Agroforestales y en monocultivo en Alto Beni - Bolivia. Datos de Investigación de V. Soto para tesis de grado., resumidos e interpretados para la presentación en el 5to curso internacional de Agroforestería Sucesional, ECOTOP - Alto Beni, Bolivia.
- Spreen, T. 2001. Proyecciones de la producción y consumo mundial de los cítricos para el 2010. FAO.
- Schulz, J., 2011. Imitating natural ecosystems through successional agroforestry for the regeneration of degraded lands. A case study of smallholder agriculture in northeastern Brazil, in Agroforestry as a tool for landscape restoration, F. Montagnini, W. Francesconi & E. Rossi, Editor Nova Science Publishers: New York. 3-17.

Comparación de dos parcelas con cítricos en sistemas agroforestales con sucesiones vegetales en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Monteagudo

Comparison between two citrus plots in successional agroforestry systems in San Pedro del Zapallar, Monteagudo, Bolivia

Rehana Sheriff¹

¹ Voluntaria en el proyecto BEISA-3. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia. Estudiante en Bordeaux Sciences Agro, Francia.
aralya_sun@hotmail.fr

Resumen

En la comunidad de San Pedro del Zapallar, Monteagudo se evaluó el crecimiento y el estado fitosanitario de cítricos en dos parcelas pioneras establecidas en sistemas agroforestales de sucesiones (SAFs), una parcela con trayectoria agrícola de 15 (poco degradada) y la otra con 40 años (degradada). Se midió el diámetro y altura de las plantas, y se evaluó la presencia de plagas y enfermedades. En la parcela de 40 años los cítricos crecen lentamente y presentó mayor incidencia de enfermedades en relación a la parcela de 15 años; mientras que en la parcela recién cultivada, la presencia de insectos fue mayor, y menor el daño en las plantas de cítricos. Para controlar la presencia de plagas y enfermedades en ambas parcelas se aplicaron tratamientos fitosanitarios, los productos aplicados mostraron ineficacia para el control de las plagas que afectaron a los cítricos. Para acelerar la recuperación de la parcela degradada se tiene que incrementar la densidad de plantas acompañantes en el sistema, incrementar la materia orgánica al suelo y evaluar los beneficios económicos de este sistema agroforestal. Estas dos parcelas en sistemas agroforestales de sucesiones vegetales muestran alternativas para el desarrollo de una agricultura sostenible.

Palabras claves: *Citrus sinensis*, fitosanitario, plagas y enfermedades, sostenible, suelo.

Abstract

We evaluated the growth and health of citrus crops established under successional agroforestry systems (AFS) in two pioneer plots with histories of 15 years (less degraded) and 40 years (more degraded) since natural forest cover was cleared for cultivation. The data we collected on citrus growth were plant height and stem diameter. For citrus health, we noted the presence of insect pests and disease. In the 40-year plot with degraded soils and little organic matter, citrus growth rates were lower than in the 15-year plot which was more recently under natural forest cover. Both plots were sprayed with agrochemicals, but pests and disease increased, indicating an ineffectiveness of the chemical management approach. We recommend that increasing the density of companion plantings in the system and increasing soil organic matter can accelerate productive recovery of degraded lands. Our results from these two plots demonstrate alternative methods for the development and practice of sustainable agriculture.

Key words: *Citrus sinensis*, pests and diseases, plant health, sustainable, soil.

Introducción

La comunidad de San Pedro del Zapallar se encuentra en el municipio de Monteagudo en la región del Chaco chuquisaqueño. Parte del municipio de Monteagudo, Villa Serrano, Padilla y Villa Vaca Guzmán hacen el Área Protegida de la Serranía del Ñao, que se extiende sobre una superficie total de 2 630.9 km² (SERNAP 2011), la categoría Parque Nacional comprende una superficie de 1 422.4 km² y a la categoría de Área Natural de Manejo Integrado, 1 208.5 km². El sector se caracteriza por la presencia de Serranías que se dirigen de norte al sur. El parque trata de conservar los recursos de agua que vienen de la Serranía y la biodiversidad particular del lugar.

En el área se encuentran mamíferos como el oso de anteojos o jucumari (*Tremarctos ornatus*), el anta (*Tapirus terrestris*), el chanco de monte (*Tayassu tajacu*), el tigre o jaguar (*Panthera onca*), el puma o león (*Puma concolor*), monos nocturnos de la familia *Aotusazarae* y murciélagos. También hay aves endémicas de Bolivia como la paraba frente roja (*Ara rubrogenys*) y especies de aves con alta amenaza como el cóndor de los andes (*Vultur gryphus*), la paraba militar (*Ara militaris*) y otras especies. En cuanto a la flora, la área protegida posee cuatro tipos de vegetación: la vegetación Brasileña – Paranense, el bosque subhúmedo semidecídulo chiquitano, la vegetación Chaqueña, rica en lianas y epifitas, y la vegetación Andina. La comunidad del Zapallar se caracteriza por un clima sub-húmedo a húmedo, con temperatura media anual de 20.4°C y con una precipitación media de 1009 mm/año (PDM Monteagudo 2007-2011).

La agricultura y la ganadería es la actividad más importante del municipio. Los cultivos principales son el ají, el maíz, el maní, frijoles, la soya y la yuca. También hay plantaciones perennes de cítricos como de naranja, mandarina, pomelo, limón y lima. Respecto al ganado, se cría muchos bovinos para la carne y la leche, cerdos y aves de corral. Antiguamente, el cultivo de cítricos tuvo mucho éxito y se incrementó su área cultivada bajo la forma de monocultivo. Sin embargo, los monocultivos dejan la tierra pobre en materia orgánica e infértil después de algunos años de uso.

Por las desventajas del manejo tradicional en monocultivo, se desarrolló desde el 2013 en

la comunidad del Zapallar en el municipio de Monteagudo, un nuevo modelo de producción alternativo con sistemas agroforestales sucesionales adaptados al cultivo de cítricos, planteando entre otras de las investigaciones, el comparar dos parcelas con plantaciones de cítricos con distintos periodos de uso, que determina la calidad de suelos y estado fitosanitario de las plantaciones de cítricos.

El sistema agroforestal con sucesiones vegetales

En cada lugar, la vida tiende a complejificarse, a incrementar la diversidad de especies y las relaciones entre ellas. Autores como Götsch (1995), Milz (1998). Milz et al. (2011), han observado que la regeneración de la naturaleza se hace en etapas, pasando por varios estadios de la regeneración natural, compuesto por consorcios de plantas, con ciclos de vida diferentes. El sistema de producción agroforestal de sucesiones vegetales trata de imitar lo que sucede en la naturaleza. Para eso, hay que tomar en cuenta los diferentes procesos sucesionales (Milz 1998):

- Los primeros organismos colonizadores que ocupan un hábitat degradado son las bacterias, hongos, helechos y líquenes, ya que no son exigentes en cuanto al lugar que ocupan. Así pueden vivir en lugares hostiles a la vida como vertientes sulfúricas, rocas, suelos degradados y otros. Estos acumulan materia orgánica, creando mejores condiciones para las especies más exigentes del siguiente sistema.

- El sistema de lignina se caracteriza por plantas con un contenido elevado de lignina. Como este compuesto es difícilmente degradable por los microorganismos, la degradación de la materia orgánica es lenta. Las especies de este sistema tienen una relación C/N (Carbono-Nitrógeno) muy amplia. Los frutos de los árboles de este sistema no son comestibles para el hombre y los animales grandes pero permite alimentar animales pequeños como ratones, pájaros pequeños o culebras venenosas.

- Los sistemas intermediarios tienen una relación C/N ya más estrecha lo que permite formar un hábitat adecuado para animales de porte medio con frutas más comestibles.

- El sistema de lujo, fue llamado así por Ernst Gotsch, para caracterizar un sistema donde hay abundancia de frutas grandes. Contiene bastantes

carbohidratos, lípidos y proteínas. Este sistema es adecuado al establecimiento de animales de porte grande y al hombre. La dinámica de este sistema es muy intensa, con alta participación de microorganismos.

En cada uno de estos sistemas, se encuentran consorcios de plantas con ciclos de vida distintos: las pioneras (1 a 2 años), las secundarias (2 a 50 años), las transicionales (50 a 80 años) y las primarias con un ciclo de vida mayor a 80 años. Así, en el sistema agroforestal que se llevó a cabo, se plantó como pioneros del sistema de abundancia semillas de maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*), guandul (*Cajanus cajan*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), cumanda (*Vigna unguiculata*) y tártago (*Ricinus communis*). Como plantas secundarias, se plantó estacas de yuca (*Manihot esculenta*) y plátano (*Musa paradisiaca*) y como transicionales los cítricos (*Citrus spp.*) y los forestales como timboy (*Enterolobium contortisiliquum*), quina (*Myroxylon peruiferum*),

lapacho (*Tabebuia lapacho*) y cedro (*Cedrela lilloi*), como primarios.

El objetivo de este estudio fue de comparar dos sistemas agroforestales teniendo como interrogantes: ¿Cómo se integra cada planta dentro del sistema?, ¿Cómo mejorar los sistemas y su manejo?, mediante el análisis del crecimiento de los cítricos y determinación de las plagas y enfermedades en las parcelas, y llevar a cabo la comparación del manejo entre dos parcelas, con diferente manejo diseño agroforestal.

Materiales y Métodos

En la comunidad San Pedro del Zapallar, municipio Monteagudo en Chuquisaca Bolivia (Fig. 1), fueron aplicados dos diseños agroforestales en dos parcelas: la parcela comunal denominada parcela A y una parcela de un productor (Jorge Gonzáles productor de la comunidad) que se citará como parcela B.

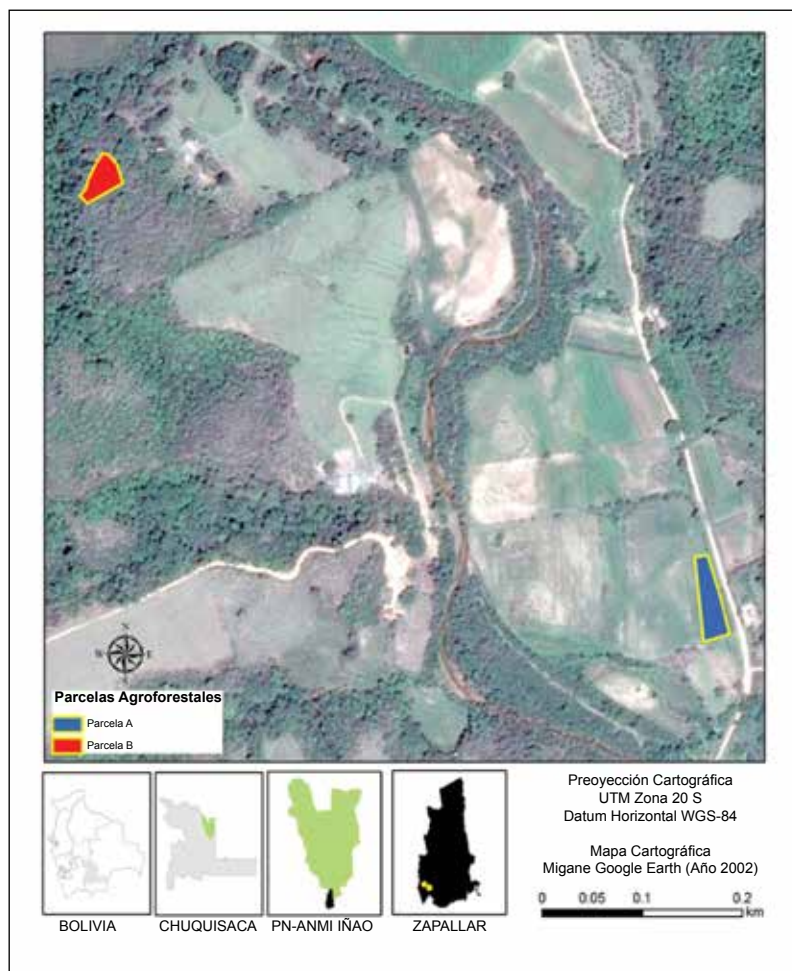


Figura 1. Ubicación de las parcelas en la comunidad del Zapallar, Monteagudo (Chuquisaca – Bolivia).

Descripción de la parcela A

El terreno de la parcela comunal es plano y se sitúa a una altitud alrededor de 1130 m. Es una parcela que tiene como antecedente el cultivo de durazno. Sin embargo, el cultivo fue dejado a causa de numerosas enfermedades y plagas; algunos durazneros aún están presentes en la parcela de estudio.

Las dimensiones de la parcela es de 102 metros de largo y 17 metros de ancho de un lado y 8 metros del otro, donde se encuentran 95 plantas de naranjo (*Citrus sinensis*). La densidad de plantación fue de 4 metros entre planta y 4.5 metros entre filas. Este sistema fue realizado en núcleos sucesionales de 1 m de radio con semillas de canavalia (*C. ensiformis*), cumanda (*V. unguiculata*), maíz (*Z. mays*), guandul (*C. cajan*) y tártago (*R. communis*), sembradas al voleo alrededor de cada cítrico. Las plantas forestales fueron plantadas con un espaciamiento de 4 x 8 m entre los cítricos. Los hijuelos de los plátanos fueron implantados en el callejón de los cítricos con un espaciamiento de 4 x 4.5 m. También fueron plantadas estacas de mora (*Morus alba*) en las hileras de los cítricos. Así mismo se plantaron cuatro estacas de yuca (*M. esculenta*) en cruz a 1 m de los cítricos (Fig. 2). Conjuntamente, se plantó también (*Bixa orellana*) por su rápida regeneración y su capacidad de capturar el fosforo del suelo.

En el 2013, una parte de la parcela A fue quemada por un incendio debido al chaqueo de una parcela vecina, por lo que tuvo que replantarse una parte de la parcela. A causa de eso, la parcela se divide en 2 partes: la parcela inicial con el sistema sucesional

y una parcela nueva de restauración que integra plátanos y especies forestales dentro de los núcleos y sus plantas acompañantes.

Descripción de la parcela B

La parcela B se ubica a 645.6 metros de distancia de la parcela A y presenta 80 plantas de cítricos. Tiene una superficie de 997 m² y está a una altitud variable de 1163 a 1190 m. La parcela corresponde a un chaco antiguo, que ha sido dejada en “descanso” durante aproximadamente 15 años. En esta parcela recién empezó a ser cultivada con cítricos (a partir de estacas ya injertadas de dos años), que fueron plantados en el año 2012. Las especies forestales nativas no fueron cortadas, para promover mayor diversidad de plantas con nuevos consorcios de forestales y cactus.

En el sistema agroforestal diseñado en esta parcela, no presenta núcleos succionales alrededor de los cítricos, pero si plantas acompañantes como el tártago (*R. communis*) y la canavalia (*C. ensiformis*) fueron sembradas al voleo en toda la parcela. El agricultor incorporó al sistema varias gramíneas (*Gaton panic*, *Brachiaria ruzizensis* y *Brachiaria decumbens*) por sus capacidades a retener el suelo y evitar la erosión debido a la pendiente. Además promueve la acumulación de materia orgánica de las plantas que crecen rápidamente en la parcela y tienen buenas propiedades nutritivas para el ganado. El agricultor, también ha añadido al sistema otras especies de plantas de su interés, como el girasol (*Helianthus annuus*), la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) y a corto plazo se incorporará plantas de palta (*Persea americana*).

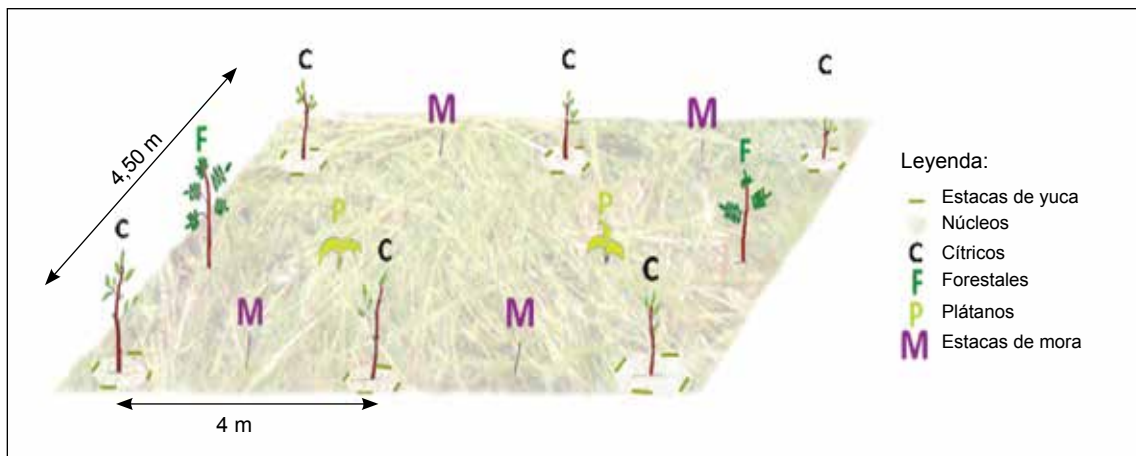


Figura 2. Esquema de la parcela A con el detalle de las plantas acompañantes.

Manejo de las parcelas

El principio del sistema agroforestal de sucesiones vegetales consiste en incorporar la materia orgánica, resultante del corte de las malezas y de las podas de las plantas acompañantes. Una vez que las malezas son cortadas “macheteadas”, se incorpora alrededor de los cítricos o se deja en su sitio para cubrir el suelo e incrementar su entorno de materia orgánica. Las podas de las plantas de porte alto que no pierden sus hojas se realizan uno a dos meses antes de la floración de los cítricos (para evitar que sombreen a los cítricos), que ocurre en los meses de agosto y septiembre; conociendo que el ingreso de luz induce la floración de los cítricos.

Por otra parte, las semillas de las plantas definidas y seleccionadas como acompañantes del sistema agroforestal, son cosechadas de áreas contiguas u otras que provienen del monte natural, con el fin de sembrarlas al voleo dentro de la parcela, y de esta manera todo el espacio será cubierto por una diversidad de plantas, evitando la competencia de malezas que emergen con facilidad. Cuando es necesario, se aplica un control fitosanitario para mantener el cultivo sano. Se debe tomar atención en que la diversidad de plantas atrae a la fauna y resulta a veces difícil para la aplicación de productos fitosanitarios (fumigar).

Evaluación del crecimiento de los cítricos

En las dos parcelas de estudio, fueron realizadas mediciones del tamaño (altura) y el diámetro del tallo de los cítricos para registrar la evolución de sus crecimientos. El tamaño de los cítricos fue medido con una regla recta desde la superficie del suelo hasta el pecíolo de la hoja más alta. En cuanto al diámetro del tallo de los cítricos, se midió usando un calibre de precisión a 10 cm encima del suelo. Las medidas se llevaron a cabo en intervalos de dos meses, en noviembre 2014 y enero 2015 (Tabla 1).

Tabla 1. Fechas de las evaluaciones en las parcelas A y B.

Parcela A	Parcela B
18/11/2014	19/11/2014
28/01/2015	28/01/2015

Evaluación del estado fitosanitario de los cítricos

A partir de la presencia de los síntomas de las principales enfermedades y plagas que afectan a los cítricos en las parcelas, se realizó el levantamiento del estado fitosanitario basado en criterios de reconocimientos locales (Tabla 2).

Tabla 2. Síntomas de las plagas y enfermedades más comunes en los cítricos.

Plagas y enfermedades	Síntomas en las plantas
Leprosis (<i>Citrus leprosis</i> virus. CiLV-C)	Puntos de color café con la periferia de color amarillo sobre las hojas.
Moho (<i>Monillinia</i> sp.)	Tapiz marrón sobre la parte inferior de las hojas.
Churquera (<i>Polyphagotarsonemus</i> sp.)	Las hojas se tornan arrugadas.
Acabe de la raíz (<i>Phytophthora</i> sp.)	Toda la planta se amarilla.
Roya (<i>Septoria</i> sp.)	Manchas amarillas extensas sobre las hojas.
Gusano minador (<i>Phyllocnistis citrella</i>)	Gusano que deja un camino “señales” sobre las hojas.
Cepes (<i>Atta</i> sp.)	Hormigas que cortan las hojas en su base.
Hojas cortadas (no se conoce la causa)	Parte de la hoja es cortada.

Resultados

Establecimiento de las plantas acompañantes

En la parcela A, las especies como: la mora (*M. alba*) y el urucú (*B. orellana*), no lograron instalarse, la yuca tuvo bajo prendimiento (alrededor 1 de 7 de las estacas plantadas). Los plátanos (*M. paradisiaca*) crecen lentamente. Al contrario, las semillas del guandul (*C. cajan*), canavalia (*C. ensiformis*) y tártago (*R. communis*), se adaptaron de manera favorable en la parcela, generando así los núcleos alrededor de los cítricos.

En la parcela B, las gramíneas que plantó el agricultor desarrollaron favorablemente, al igual que la flor de Jamaica (*H. sabdariffa*) que después de dos meses triplicó su tamaño. La yuca respondió bien en el sistema, sin embargo las semillas de girasol (*H. annuus*) no se desarrollaron. Y naturalmente

germinaron varias especies forestales de regeneración del bosque por la ayuda de la fauna natural (aves).

Crecimiento de los cítricos

Los cítricos de la parcela A son significativamente menores en tamaño respecto a la parcela B, puesto que fueron plantados un año después (Fig. 3). No se puede indicar que hay un crecimiento significativo durante los dos meses de estudio ya que las desviaciones estándares se cruzan en cada parcela. Sin embargo, se destaca que en las dos parcelas los cítricos incrementaron su altura, pero en la parcela B crecieron casi tres veces más.

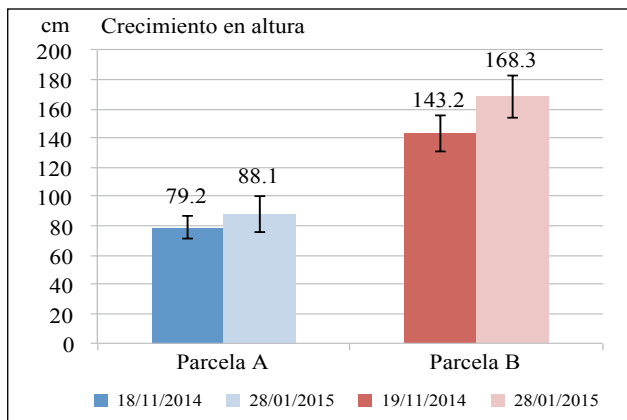


Figura 3. Evolución del crecimiento en altura de los cítricos de la parcela A y B.

Se puede hacer las mismas observaciones con la evolución del diámetro del tallo de los

cítricos: el diámetro de los cítricos de la parcela B es significativamente mayor que en la parcela A, habiendo duplicado sus dimensiones en relación a la primera evaluación (Fig. 4).

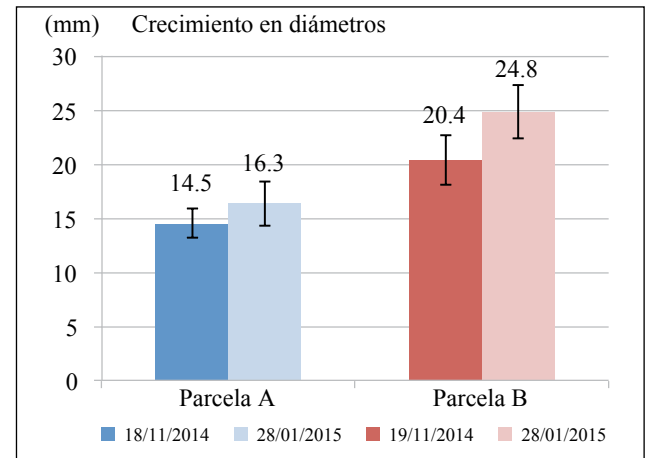


Figura 4. Evolución del diámetro de los tallos de los cítricos de la parcela A y B.

Relación entre el tamaño de los cítricos y el diámetro del tallo

Se puede pensar en una relación lineal entre el tamaño de los cítricos y el diámetro de su tallo, sin embargo, no se destaca tal resultado en ninguna de las variables medidas (Fig. 5) ya que la nube de puntos es muy difusa; siendo así que el crecimiento del diámetro del tallo es independiente del crecimiento en altura de los cítricos en este estudio.

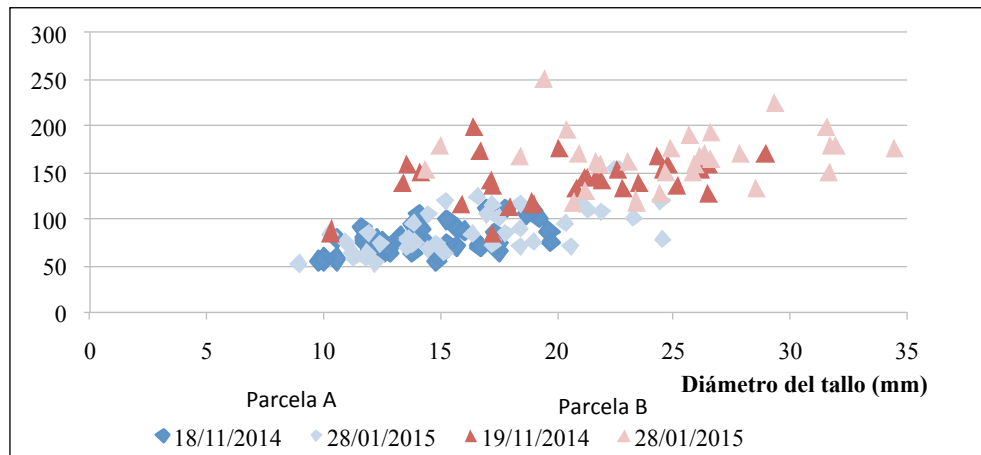


Figura 5. Relación entre la altura de las plantas y el diámetro del tallo de los cítricos en las parcelas A y B.

Plagas y enfermedades

La segunda evaluación muestra en general más enfermedades y plagas, en las dos parcelas. La parcela A presenta una tasa particularmente elevada de leprosis (*C. leprosis*), y además ha sido afectada por el minador, el mildiu (hongo), la cepe, roya y churquera (Fig. 6).

En la parcela B, en la primera evaluación, se evidenció que el “gusano minador”, la “churquera” y el “moho” (Fig. 7) afectaron a las plantas de cítricos. Luego de unos días se vieron algunas plantas con hojas cortadas por insectos y en menor medida un solo caso de leprosis. La evolución del estado fitosanitario en la segunda evaluación tendió a empeorar con el incremento de casi el doble de los casos de “minador, churquera, hojas cortadas, leprosis y de cepes”. Al contrario, se observó una reducción de más de la mitad de los cítricos afectados por el moho y también se registró un único caso de roya.

En general, la parcela A, fue afectada por más enfermedades, mientras que la parcela B fue mayormente atacada por insectos. Sin embargo, aumentaron las plagas durante la segunda medición de las variables en la parcela A.

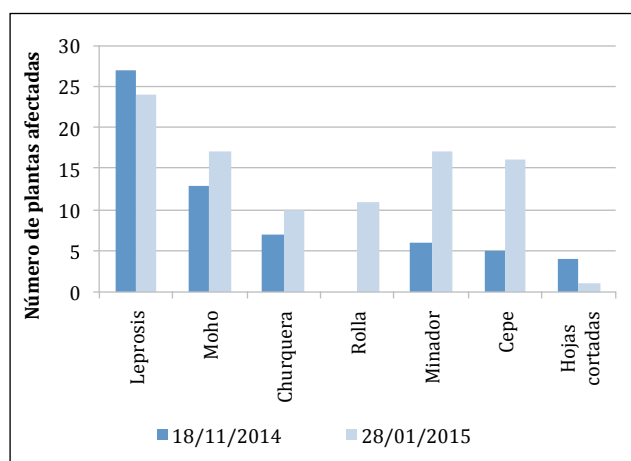


Figura 6. Evolución del estado fitosanitario de los cítricos de la parcela de A.

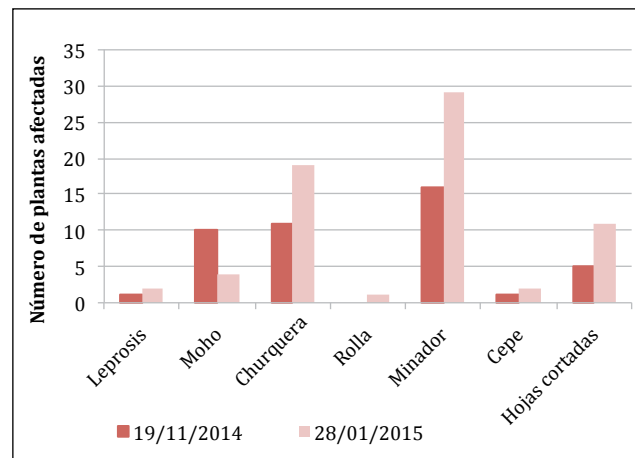


Figura 7. Evolución del estado fitosanitario de los cítricos de la parcela de B.

Discusión

Establecimiento de las plantas

Varias semillas de plantas sembradas al voleo, no se establecieron en la parcela A debido a la compactación del suelo que impidió a las raíces de penetrar en el suelo. También el terreno presenta bajo contenido de Nitrógeno y está erosionado, hay escasos nutrientes para el desarrollo de los cítricos; además estos suelos están compactados por la falta de materia orgánica y de otros organismos (artrópodos, ácaros, y otros) para airear el suelo. Una solución podría ser de incrementar materia orgánica al suelo utilizando abonos orgánicos (estiércol) y seguir incorporando los residuos de las malezas y de las podas de las plantas acompañantes.

Algunas plantas como el urucú (*B. orellana*) no prosperaron, probablemente porque exige temperaturas entre 25 y 30°C, sin heladas y precipitaciones anuales de 1000 a 1200 mm (Herbotecnia 2015).

En la parcela B, las gramíneas sembradas crecieron abundantemente, formando curvas de nivel que retienen el suelo frente a la erosión. Además promueve mucha materia orgánica e impide que otras gramíneas no deseadas se instalen en la parcela ya que ocupan todo el espacio y son un buen alimento para el ganado (vacas). La yuca se desarrolló bien ya que el suelo no está compactado igual que guandul (*C. cajan*) y canavalia (*C. ensiformis*) están presentes en la parcela. Sin embargo, varias otras plantas en estado de regeneración natural crecieron de igual manera. Los plátanos (bananos) se desarrollaron bien

ya que se sitúan debajo de la parcela, zona que no sufre de las heladas. Las estacas de la flor de Jamaica (*H. sabdariffa*) crecieron hasta el triple de su tamaño en dos meses pero las semillas de girasol (*H. annuus*) no se desarrollaron, probablemente por la vegetación excesiva o demasiada densidad que impidió su germinación y crecimiento.

Crecimiento de los cítricos

La parcela A es una parcela degradada, al contrario de la parcela B, que fue recién plantada después de un largo periodo de descanso. Los cítricos de la parcela A incrementan en altura y diámetro, pero no lo suficiente en comparación de la parcela B, ya que el suelo presenta bajo contenido de nutrientes. Además, los cítricos sufren más de las heladas en la parcela, aunque el sistema en núcleo con las plantas acompañantes les protegen un poco. En la parcela B, la vegetación abundante alrededor de los cítricos, han protegido a las plantas de las heladas.

Relación entre el tamaño en altura y el diámetro del tallo de los cítricos

La falta de relación entre el tamaño y el diámetro puede explicarse por la heterogeneidad en la forma del tallo de los cítricos, además la presencia de material vegetal alrededor de la planta dificultó la evaluación a los 10 cm del suelo, alterando la precisión de las medidas. Un estudio de Martínez et al. (1985) muestra que si existe relación entre el tamaño de la planta *Cistus ladanifer* y el diámetro de su tallo. Sin embargo en nuestra investigación la respuesta de la altura de la planta fue cada vez menor frente al diámetro del tallo; el diámetro del tallo crece con mayor intensidad que la altura. Otro estudio hecho sobre coníferas en plantaciones con alta densidad presentó una relación curvilínea del diámetro del tallo y su relación con la altura, cuando los cálculos se realizan en una representación logarítmica (Yokozawa & Hara 1995).

Plagas y enfermedades

En general, aumentaron las enfermedades y las plagas en las dos parcelas aunque en los dos casos, se realizó una fumigación después de la primera evaluación: el 22 de noviembre 2014 en la parcela B y el 9 de diciembre 2014 en la parcela A. Las dos aplicaciones, fueron hechas en condiciones

meteorológicas óptimas, o sea sin lluvia en los dos siguientes días.

En la parcela A, la principal enfermedad que causó daños en los cítricos fue la leprosis que es originada por el virus CiLV-C que está siendo transmitido por el ácaro rojo (*Brevipalpus phoenicis*), llamado ácaro plano (Rodríguez et al. 2000), que se puede eliminar con acaricidas específicos. La parcela A fue tratada con un producto que controla y elimina varias especies de cochinillas y dos tipos de ácaros: el ácaro del tostado (*Phyllocoptruta oleivora*) y el ácaro de la yema (*Aceria heldoni*); pero no actúa sobre el ácaro plano, vector causador de la leprosis. Como la enfermedad es causada por un virus, no se puede reducir en el tamaño de la población afectada porque se difunde con facilidad. La única medida fitosanitaria que se puede tomar es limitar la propagación de la enfermedad eliminando los cítricos afectados o aplicar un acaricida que mate directamente al vector del virus (Tabla 3).

La disminución del número de plantas afectadas por la leprosis, puede explicarse por la confusión entre los casos de roya y de leprosis en la primera evaluación. En efecto, no se percibió al principio del estudio la diferencia de síntomas entre estas dos enfermedades ya que ambas presentan manchas amarillas en las hojas. Finalmente los casos de leprosis de la primera evaluación de datos, probablemente incorporan los casos de roya y debería ser menor que a la segunda toma de datos.

En cuanto al número de plantas afectadas por otras plagas y enfermedades, aumentaron puesto que no fueron controladas por la aplicación de fitosanitarios (fumigación). La vegetación densa de los núcleos sucesionales retiene la humedad alrededor de los cítricos, y la época de lluvia es también propicia al desarrollo del moho (hongo), además los cítricos son aun pequeños y están expuestos a la humedad del suelo. Aunque no se ha podido determinar cuál es el hongo que afecta en estas condiciones, pero puede también tratarse de un problema es causado por las secreciones de los insectos chupadores de los cítricos (cochinilla, moscas blancas y áfidos). La aplicación de un insecticida, el uso de caldo bordelés o una preparación con jabón podría utilizarse para evitar la propagación del hongo en otros cítricos.

Tabla 3. Productos aplicados mediante aspersión en la parcela A, los principios activos y su acción (datos de las fichas técnicas de los productos químicos).

Productos	Principio activo	Acción
Lorsban 48E	Clorpirifos	Insecticida (contra las cochinillas, los pulgones y los ácaros del tostado y de la yema)
Helper	Solución acuosa	Coadyuvante

En la parcela B, se utilizó una mezcla de insecticidas, acaricidas y fungicidas para el tratamiento (Tabla 4). Esta preparación no fue efectiva ya que aumentaron todas las enfermedades y plagas, excepto el moho que sí fue medianamente controlado. El fungicida seguramente actuó en este sentido. Aunque la leprosis está poco presente en la parcela B, se recomienda seguir la evolución de la enfermedad ya que se sabe que la especie de *Hibiscus rosa-sinensis* L. puede también ser infectada por el virus de la leprosis (Rodrigues et al. 2006), siendo así que la flor de Jamaica (*Hibiscus abdariffa*) cultivada en la parcela es otra especie de *Hibiscus* que puede ser que sea hospedera del virus, tratándose del mismo género. Sin embargo, lo más preocupante son las plantas afectadas por el minador y la churquera.

El arrugamiento de las hojas, síntoma de la churquera puede ser debido a varias plagas: el minador, los pulgones u otros insectos. Aunque el principio activo del Dimetoato actúa sobre los trips, los pulgones y las cochinillas conforme a lo indicado en la ficha técnica del producto, incrementaron los casos de churquera en las plantas de cítricos. En cuanto al minador (*Phyllocnistis citrella*), un microlepidóptero originario del sudeste asiático, que durante su periodo larval se alimenta de células epidérmicas de hojas en crecimiento y, ocasionalmente, de brotes y frutos (Sundby 1957, Verdu 1996, Jacas et al. 1997); fue la plaga más preocupante de la parcela, ninguno de los productos químicos aplicados mediante aspersión tuvo efecto.

Los huevos del minador se desarrollaron al interior de la hoja de los cítricos y se alimentan del parénquima de la hoja generando la “galerías” visibles en las hojas. Los daños ocasionados por las larvas conducen al enrollamiento de la hoja, a la necrosis y

al final a la caída de la hoja lo que reduce la superficie fotosintética (Garrido 1995).

Como las larvas están dentro de la hoja, el control químico es difícil, además la plaga puede desarrollarse en los brotes en crecimiento que aparecen después del tratamiento. Sin embargo, existen varias sustancias activas recomendadas en el manejo integrado de plagas como la Abamectina, el Benfuracarb, el Carbosulfan, Ellufenuron, el Metil Pirimifos y otras sustancias a aplicar una sola vez al año como Diflubenzuron, Hexaflumuron y Flufenoxuron (Infoagro 2015).

Tabla 4. Productos aspersados en la parcela B, los principios activos y su acción (datos de la ficha técnica de los productos).

Productos	Principio activo	Acción
Assist Top	Aceite mineral	Coadyuvante
Acarin-T	Dicofol y Tetradifon	Acaricida
Cibendazim 50 SC	Methyl benzimidazol-2-y l carbonate	Fungicida
Perfekthion	Dimetoato	Insecticida y acaricida sistémico

El uso del Imidacloprid fue aconsejado para contrarrestar el efecto del minador, sin embargo al tratarse de un Neonicotinoide no específico que interfiere en el sistema nervioso de los insectos, fue responsable de la mortalidad de las abejas. También se cuenta con reportes, que este producto reducía la producción de los huevos de aves y su eclosión, inducía un adelgazamiento de la cascara de los huevos. Además, se observó casos de resistencia a otros insecticidas (Gervais et al. 2010). Sin embargo, se puede utilizar en el agua del riego por goteo (Infoagro 2015) y limitar así el contacto con insectos polinizadores.

Un estudio sobre el efecto del aceite mineral para el control del minador muestra que a una concentración de 2.5-5 ml de aceite por litro de agua, el número de minador por hoja se reduce (Beattie et al. 1995). Como alternativa al uso de productos químicos, se ha visto que varios parasitoides de *Phyllocnistis citrella* pueden ser utilizados para el control biológico de la plaga.

El estudio de La Salle & Peña (1997) reportó los parasitoides nativos de América para el minador de los cítricos conocidos en este momento, que son parte mayormente de la familia Eulophidae. El endoparásitoide *Ageniaspis citricola* fue introducido en Venezuela con éxito como bioregulador del minador (Linares et al. 2001). Mediante otro estudio en España se ha comprobado que *A. citricola* ha parasitado de 50 hasta 100% de las pupas de los minadores, pero no sobrevivió al invierno de Valencia-España (Vercher et al. 2000).

Se presentan así varias opciones, para el control de *Phyllocnistis citrella*, la fumigación con productos químicos debe hacerse tomando muchas precauciones y siguiendo la dosis recomendadas. Algunos productos pueden inducir resistencias a otros productos y/o pueden matar a insectos polinizadores. En Bolivia, no se ha registrado control biológico del minador de los cítricos. Estudios de la introducción de parasitoides del minador en la zona del Chaco Chuquisaqueño sería útil para comprobar y determinar la situación de la plaga y su eficacia como medida de control.

Conclusiones

No todas las plantas incorporadas en el sistema agroforestal crecieron adecuadamente. Son experiencias buenas a tomar en cuenta para conocer qué plantas son adecuadas al contexto climático de la región. La flor de Jamaica (*H. abdariffa*) en la parcela B, es una buena prueba de adaptación de una planta exótica.

Las dos parcelas estudiadas se diferencian por su estado (degrada y no-degradada), su ubicación (en terreno plano y en pendiente) y por el sistema agroforestal implantado (con núcleos sucesionales, y sin núcleos). Esas diferencias juegan un papel importante en el crecimiento de los cítricos y su estado fitosanitario. Así, en la parcela B donde hay buena acumulación de materia orgánica en el suelo y donde todo el espacio está ocupado por plantas, los cítricos crecen más rápidamente. Sin embargo, sufren también mayor ataque de insectos cuando la parcela A presenta más enfermedades (leprosis y moho).

Aunque las parcelas fueron fumigadas, la situación fitosanitaria de las parcelas no mejoró durante el periodo de estudio. Los productos aplicados no fueron aptos para las plagas y enfermedades predominantes

de las parcelas. La capacitación de los técnicos y agricultores para reconocer las enfermedades se hace necesaria, para tratar las plantas con los productos adecuados. Soluciones alternativas como el uso de fitoremedios o el control biológico, que existen en otras regiones pero se necesita investigar y obtener pruebas y estudios en Bolivia.

Las dos parcelas en sistema agroforestal de sucesiones vegetales son muestras de un sistema que permite alivianar el volumen o intensidad de fertilización del suelo. Para recuperar la parcela A de su degradación inicial, será recomendable incrementar la densidad de las plantas en el sistema agroforestal, para nutrir el suelo con materia orgánica. Posteriormente se podrán evaluar estudios de comparación de la producción de los cítricos con estas técnicas y métodos, y otros en monocultivos para conocer los beneficios económicos de este sistema.

Referencias

- Betglle, G. A. C., Z. M. Liu, D.M. Watson, A.D. Clift & L. Jiang. 1995. Evaluation of Petroleum Spray Oils and Polysaccharides for Control of *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *J. Aust. ent. Soc.* 34. 349-353.
- Garrido, A. 1995. *Phyllocnistis citrella* Stainton, aspectos biológicos y enemigos naturales encontrados en España. *LevanteAgrícola.* 330. 13-21.
- Gervais, J. A., B. Luukinen, K. Buhl & D. Stone. 2010. *Imidacloprid Technical Fact Sheet*. National Pesticide Information Center. Oregon State University Extension Services. Disponible en: <<http://npic.orst.edu/factsheets/imidacloprid.pdf>> [Consultado el 25/02/15]
- Götsch, E. 1995. Break-through in agriculture. Rio de Janeiro, AS-PTA, Rue de Candelária, 9-6° andar – Centro, 20091-020, Rio de Janeiro, RJ Brazil.
- HERBOTECNIA. 2015. Disponible en: <<http://www.herbotecnia.com.ar/aut-bixa.html>> [Consultado el 26/02/15]
- INFOAGRO. 2015. Disponible en: <<http://www.infoagro.com/citricos/limon2.htm>> [Consultado el 25/08/15].

- Jacas, J., A. Garrido, C. Margaix, J. Forner, A. Alcaide, & J.A. Pina. 1997. Screening of different citrus rootstocks and citrus-related species for resistance to *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Crop Protection*. 16 (8): 701-705.
- Lasalle, J. & J. E. Peña . 1997. A new species of *Galeopsomya* (Hymenoptera: Eulophidae: Tetrastichinae): A fortuitous parasitoid of the citrus leafminer, *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Fla. Entomol.* 80. p. 461-470.
- Linares, B., J. Hernández, J. Morillo & L. Hernández. 2001. Introduction of *Ageniaspis citricola* Logvinovskaya, 1983 (Hymenoptera: Encyrtidae) for control of the citrus leafminer *Phyllocnistis citrella* Staiton (Lepidoptera: Gracillariidae: Phyllocnistinae) in Yaracuy State, Venezuela. *Entomotopica*. 16(2). 143-145.
- Martínez-Meruel, A., A.G. Gómez-Castro & M. Medina Blanco. 1985. Relación entre distintas características de plantas de *Cistus ladaifer* L. *Archivos de zootecnia*. Vol. 34. n°130. 249-256.
- Milz, J. 1998. Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales en Alto Beni, Yucumo y Rurrenabaque. NOGUB COSUDE, Av. Héctor Ormachea esq. Calle 6 No. 125, Obrajes, Casilla 4679, La Paz, Bolivia. 30-70.
- Miltz, J., J. Jacobi, F. Velásquez & M. Schneider. 2011. Four-dimensional Agriculture: Successional Agroforestry for Ecological and Socio-economic Resilience Building.
- PDM Monteagudo – Plan de Desarrollo Municipal. 2007-2011. Disponible en: <http://es.slideshare.net/doctora_edilicia/pdm-monteagudo-13311995> [Consultado el 15/11/14]
- Rodrigues, J. C. V., M. A. Machado, E. W. Kitajima & G. W. Muller. 2000. Transmission of citrus leprosis virus by *Brevipalpus phoenicis* (Acari: Tenuipalpidae). Fourteenth IOCV Conference. 174-178.
- Rodrigues, J. C., J. A. Zuniga, D. S. Achor, C. C. Childers & E. W. Kitajima. 2006. Occurrence and Distribution of Citrus Leprosis Virus in Honduras. *New Disease Reports*.
- SERNAP. 2011. Plan de Manejo del PN y ANMI Serranía del Ñao 2012 – 2021. Monteagudo, Chuquisaca – Bolivia.
- Sundby, R. 1957. The parasites of *Phyllocnistis labyrinthella* Bjerk. and their relation to the population dynamics of the leaf-miner. *Norsk. ent. Tidsskr., Suppl.* 2. 153.
- Vercher, R., F. Garcia -Mari, J. Costa- Comelles, C. Marzal & C. Granda. 2000. Importación y establecimiento de parásitos del minador de hojas de cítricos *Phyllocnistis citrella* (Lepidoptera: Gracillariidae). *Bol. San Veg. Plagas*. 26. 577-591.
- Verdú, M. J. 1996. Chalcidoidea (Hymenoptera), parásitos del minador de los cítricos *Phyllocnistis citrella* (S). *Levante Agrícola* 335: 227-230.
- Yokozawa, M. & T. Hara. 1995. Foliage profile, size structure and stem diameter-plant height relationship in crowses plant population. *Annals of Botany* 76. 271-285.
- Escuela de campo de agricultores. El manejo de la leprosis. Ficha técnica - cadena naranja. Disponible en: <<http://www.iica.int/Esp/regiones/central/salvador/Documents/EI%20manejo%20de%20la%20leprosis.pdf>> [Consultado el 25/02/15]

Especies forrajeras nativas preferidas por el ganado bovino en ecosistemas de Bosque Seco del área protegida de la Serranía Iñaño

Preference of native forage species by cattle in dry forest of the Serranía Iñaño protected area.

Rosenda Quispe Fernández^{1*} & Manuel Horacio Jiménez Huamán²

¹Carrera de Ingeniería en Recursos Naturales de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor Real y Pontificia San Francisco Xavier. Calle Calvo N° 132. Chuquisaca, Bolivia.

²Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Calle Calvo N° 132, Casilla Postal 1046, Sucre – Bolivia.

* rosita_08_23@hotmail.es

Resumen

La ganadería bovina en la comunidad de Azero Norte, se caracteriza por el sistema tradicional de pastoreo extensivo, que basa su alimentación en el ramoneo, en el monte nativo y en rastrojos de cosechas. El presente trabajo tuvo como objetivos: 1) identificar las especies forrajeras nativas preferidas por el ganado bovino, 2) determinar su valor nutricional y su disponibilidad dentro del bosque nativo. Para determinar la preferencia, se hizo seguimiento y observaciones directas al ganado bovino en pastoreo en el monte nativo, al momento de cada registro se marcó las especies consumidas según el número de mordidas. Para conocer la abundancia de las especies forrajeras, se instaló parcelas temporales en superficies diferentes: para árboles (100 m²), arbustos (25 m²) y para hierbas (1m²). Se identificaron 105 especies nativas forrajeras, distribuidas en 50 familias. Las familias con mayor número de especies fueron Fabaceae (22 especies), Asteraceae (14 especies) y Euphorbiaceae, Malvaceae, Sapindaceae, Solanaceae con (5 especies). La especie que contiene mayor Energía Bruta (EB) fue *Coursetia hassleri* (porotillo) con 30 kcal/g; y con mayor contenido de Proteína Bruta fue *Senegalia etilis* (kari kari) con 31% (PB). Se espera que los resultados sean de utilidad para promover el pastoreo controlado en la ejecución de planes de desarrollo para el sector ganadero, en áreas donde están las poblaciones de las especies forrajeras consumidas por el ganado.

Palabras claves: Azero Norte, bosque, disponibilidad forrajera, valor nutricional.

Abstract

Cattle in the community of Azero Norte are characterized by being managed with a traditional system of extended grazing on which their nutrition is based in the grazing of native forest and remnants of harvests. The present investigation had as objectives: 1) identify native forage species preferred by cattle, 2) determine its nutritional value and availability in native forest. To determine preference, direct follow up ad observations were carried out on grazing cattle in native forest. At the moment of each observation, the consumed species was noted according to the number of bites. In order to know the abundance of forage species, temporary plots were installed in different aspects: for trees (100 m²), shrubs (25 m²), and herbs (1 m²). 105 native forage species were identified, distributed in 50 families. The families with the greatest number of species were Fabaceae (22 species), Asteraceae (14 species) and Euphorbiaceae, Malvaceae, Sapindaceae, Solanaceae with (5 species). The species with the greatest overall energy value (OE) was *Coursetia hassleri* (porotillo) with 30 kcal/g; and with the greatest overall protein content was *Senegalia etilis* (kari kari) with 31% (OP). It is hoped that the results will be useful in support of controlled grazing in the execution of development plans in ranching and in areas where these species are consumed by cattle.

Key words: Azero Norte, forest, availability, nutritional value.

Introducción

Los bosques primarios constituyen un 36 por ciento de la superficie mundial forestal total, que han disminuido en más de 40 millones de ha desde el año 2000. La superficie de bosques en parques nacionales, áreas naturales silvestres y otras zonas legalmente protegidas ha aumentado en más de 94 millones de hectáreas desde 1990 y actualmente equivale a un 13% de la superficie forestal total. Se calcula que la tasa de pérdida de bosques y selvas evaluados hasta el año 2010, asciende más de 16.1 millones de hectáreas por año de vegetación natural, de las cuales 15.2 millones se encuentran en zonas tropicales (FAO 1999, FAO & JCR 2012, Mayaux 2005).

Las pasturas nativas en América Latina y el Caribe están en general, sujetas a rápidos y drásticos cambios, ampliando la frontera agrícola con pastos cultivados y sin realizar labores culturales necesarias para la mantención en el tiempo de estas praderas (Gibbs et al. 2010). Por ejemplo, el proceso denominado agriculturización afecta a la zona subtropical de Bolivia, de donde se conoce altos índices de áreas deforestadas desde el 2001, siendo el pico más alto el 2008, año en que se destruyó 289.817 ha de bosques (ABT 2013).

En Bolivia, sólo en el Departamento de Chuquisaca que cuenta con un poco más de cinco millones de hectáreas de bosques, un 90% de ellas tienen uso directo o afectación silvo-pastoril (ZONISIG 1998, 2000). En dicha superficie están incluidos más de 1.5 millones de ha de bosques naturales en distintos pisos ecológicos y con diferentes grados de artificialización (Terán 1995). Estos ecosistemas y otras áreas silvopastoriles mantienen cerca de 534 804 a 556 553 bovinos y caprinos que producen 11 938 TM y 1 123 TM de carne respectivamente. A ellos se suman una importante población de ovinos, equinos, que juntos tienen una fuerte dependencia e impacto en la nutrición de la población, en la generación de servicios y de auto-empleo (CORDECH 1995).

En el Chaco Chuquisaqueño la ganadería tradicional, no dispone de recursos económicos suficientes, por lo que los ganaderos locales pueden ejecutar cambios considerables en su sistema de explotación. Sin embargo, es importante citar una serie de actividades con las que se pueden mejorar los niveles productivos actuales (sistemas silvopastoriles,

sistemas de pastoreo rotacional) y la ejecución de cada una de ellas depende de un trabajo de concientización a los ganaderos para que puedan invertir tiempo, dinero y priorizando las actividades para mejorar el puesto ganadero.

La ganadería bovina de la Comunidad de Azero Norte presenta características propias, principalmente por la forma tradicional de cría (extensiva), que se basa en el ramoneo del monte nativo y rastrojo de cosecha. Sin embargo, estas prácticas ganaderas están afectando a las plantas forrajeras nativas más apetecibles, que como en otras regiones del Chaco constituyen el 90% de la dieta del ganado (PROAGRO 2007), restándoles posibilidades de su regeneración natural y resiliencia de los ecosistemas donde crecen. El presente estudio tuvo los siguientes objetivos: 1) identificar las especies forrajeras nativas en relación a la preferencia que tiene el ganado bovino, 2) determinar el contenido nutricional de las especies forrajeras más preferidas, y 3) estimar la disponibilidad de especies forrajeras en el bosque nativo.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en la Comunidad de Azero Norte, en la frontera municipal entre Monteagudo y el Municipio de Padilla, ubicada en el Cantón los Sauces, aproximadamente a 34 km al Norte de la capital provincial del municipio de Monteagudo, de la Provincia Hernando Siles en el departamento de Chuquisaca. Tiene las coordenadas geográficas 19°34'020" latitud sud y 63°59'363" longitud oeste, a 947 msnm. La comunidad de Azero Norte limita al Norte con la Comunidad de Ibicuiti (Municipio de Padilla-Provincia Tomina), al sur con la Comunidad de Aguadillas, al este con la con la Comunidad de Cumarindo, al oeste con la Comunidad de Naranjal.

La vegetación natural es en general un bosque seco, que está constituida principalmente por especies de la familia Fabaceae, Anacardiaceae y Cactaceae, arbustos y algunos árboles. De acuerdo a la clasificación de Navarro (2011) corresponde a los bosques xerofíticos interandino-subandino Boliviano Tucumano. Entre las principales especies de esta zona de vida se encuentra soto (*Schinopsis sp.*), cuta (*Phyllostylon rhamnoides*), algarrobo (*Prosopis alba*),

tusca (*Vachellia farnesiana*=*Acacia farnesiana*), y el guayacán (*Caesalpinia paraguariensis*). Las especies de la vegetación varían según la calidad de los suelos; en ciertos lugares predominan el porotillo (*Capparis* spp.), mientras que el kari kari (*Senegalia etilis*) y especies del género *Croton* sp. son las especies más comunes en lugares secos y con escasa cobertura vegetal y en sitios húmedos el bandor (*Coccoloba tiliaceae*) es común en los suelos que están situados cerca de la costa. En las zonas donde la vegetación natural fue eliminada, predominan las especies de cactus.

Trabajo de campo

El tiempo de estudio realizado consistió en cinco salidas de 20 días en dos periodos, una en octubre a noviembre de 2012 y otra en enero a abril de 2013. La fase de toma de datos en campo se realizó dos tipos de actividades: 1) Colectas, que implicaron la toma de

muestras para el Herbario del Sur de Bolivia (HSB), y registros de campo, 2) Ubicación de puntos de muestreo en cada una de las unidades de vegetación y colecta de las plantas forrajeras identificadas mediante el seguimiento al ganado.

Reconocimiento del área de estudio

Antes de la toma de datos para el estudio, se realizó el reconocimiento de campo para familiarizarse con los tipos de paisajes, por ejemplo terrenos en pendiente, planicies onduladas, áreas planas, riveras de ríos; la vegetación presente y manejo del pastoreo o ramoneo en el área de estudio, con base en la clasificación del uso de suelo en la comunidad (Fig. 1) elaborado por Negrete (2012). Asimismo, se presentó el trabajo a la comunidad para obtener la autorización respectiva.

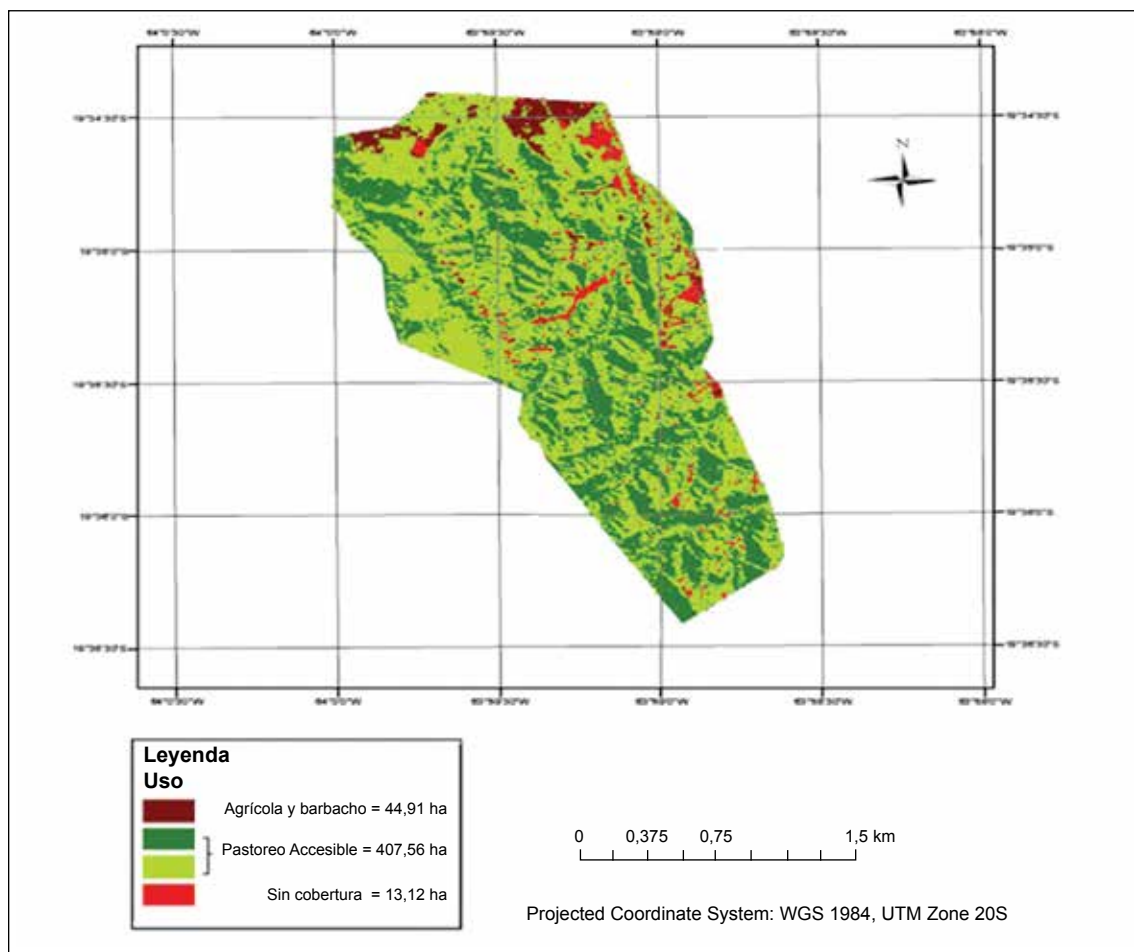


Figura 1. Mapa de Clasificación de bosque nativo, área agrícola y sin cobertura.

Estimación de la carga animal para la selección de los bovinos

Para calcular la carga animal, se estimó el área de pastoreo, en una imagen satelital se marcaron todos los puntos geográficos de las parcelas evaluadas. Luego se formó un polígono que encerraba a todos los puntos y se estimó el área total. Para obtener el área efectiva de pastoreo se restó las áreas donde el ganado no tenía acceso como: áreas agrícolas (que estaban cerradas al momento de la evaluación) y lugares inaccesibles o sin cobertura.

Para el cálculo de las unidades animales se tomó la distribución del hato ganadero encontrado por Bernal (2010) para una comunidad similar a la del área de estudio (Tabla 1). Así mismo para el presente estudio el valor de la unidad animal (U.A.) es de 450 kg de peso vivo.

La definición de las categorías de hato fue tomada de Martínez (2009), como sigue:

Terneros y terneras: Son bovinos machos y hembras, comprendidos desde su nacimiento hasta una edad máxima de 12 meses inclusive.

Vaquilla: Bovinos hembras de 1 a 2 años que no han tenido su primera cría, también puede referirse a la hembra desde el destete hasta la edad reproductiva.

Novillos: Es el bovino macho joven (castrado) de 1 a 2 años que se destinan generalmente al engorde y no se utilizan como toros activos.

Toros: Son bovinos machos no castrados de 2 años o más.

Vacas: Son bovinos hembras de 2 años en adelante que han tenido una o más crías.

Determinación de la carga animal

Área total de pastoreo del estudio = 465.581 ha

Área no disponible para el ganado bovino= 58.024 ha

Área efectiva de pastoreo= 407.557 ha

Tamaño del hato ganadero = 60 animales

Estimación de las Unidades Animal (UA)

Para contextualizar la identificación de las especies forrajeras nativas en función a la preferencia del ganado bovino, fue necesario proceder previamente a la estimación de la carga animal en el área de estudio. Carga animal = UA/superficie de terreno, carga animal= 51.4 UA/407.557 ha = 0,13 UA /ha, lo que significa que se necesita 8 ha para mantener una vaca de 450 Kg de peso vivo (Tabla 2).

Tabla 1. Distribución del hato ganadero según categorías de edad.

Categorías del hato	Porcentaje de las categorías	Equivalencia U.A (unidad animal)
Vacas lactantes	26.78	1.0
Vacas secas	14.4	1.0
Vacas jóvenes	13.62	0.8
Terneras	12.38	0.5
Toros	11.92	1.2
Novillos/capones	10.53	1.0
Terneros	10.37	0.3
Total	100	

Fuente: Bernal (2011).

Tabla 2. Distribución del hato ganadero según equivalencia UA.

Categorías del hato	Número por categoría	U.A.
Vacas lactantes	16	16.0
Vacas secas	9	9.0
Vacas jóvenes	8	6.4
Terneras	7	3.5
Toros	7	8.4
Novillos/capones	6	6.0
Terneros	7	2.1
Total	60	51.4

Identificación de las especies forrajeras nativas

Para identificar las especies forrajeras nativas se utilizó la preferencia que tenía el ganado bovino, expresado mediante el número de mordidas. Para esto, se eligieron las áreas donde había mayor concentración de ganado bovino en su recorrido natural en el monte. De los hatos de los pobladores con quienes se llegó a un acuerdo preliminar, se eligieron cinco vacas mansas para seguirlas y realizar observaciones directas a una distancia prudente (5 m) y registrar el número de mordidas por planta. Para facilitar el registro, cinco minutos se dedicaban a la observación y cinco minutos a la identificación y marcado de la planta con cinta biodegradable para el posterior estudio de cobertura vegetal.

En total se acumuló una hora y media de observación por día. Las observaciones se realizaron por siete días consecutivos en febrero, ocho en marzo y 10 días en abril. El seguimiento al ganado se realizó durante horas de la mañana. Una vez identificadas las especies consumidas por el ganado se recolectaron ejemplares para su identificación taxonómica en el Herbario del Sur de Bolivia (HSB), siguiendo los protocolos establecidos desde su recolección hasta su incorporación a la colección de agrobiodiversidad sección plantas forrajeras. La identificación se realizó con bases a claves botánicas, luego se procedió al etiquetado y montaje de las muestras para el Herbario del Sur de Bolivia (HSB). Lo mismo se realizó con las plantas dominantes del lugar para tener una caracterización general de la vegetación.

Evaluación de la disponibilidad de las especies forrajeras nativas

La evaluación de la disponibilidad de las forrajeras nativas, se realizó mediante el análisis de cobertura, en parcelas temporales de muestreo evaluadas según el siguiente esquema (Fig. 2), distribuidas aleatoriamente en sitios donde se registró la evidencia del consumo de forrajeras por el ganado. El tamaño de la parcela se basó en el método del área mínima (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974), se instaló parcelas temporales en superficies diferentes: para árboles (100 m²), arbustos (25 m²) y para hierbas (1m²). En cada una de las parcelas se registró la cobertura de todas las plantas utilizando escalas predeterminadas con base en Braun Blanquet (Tabla 3).

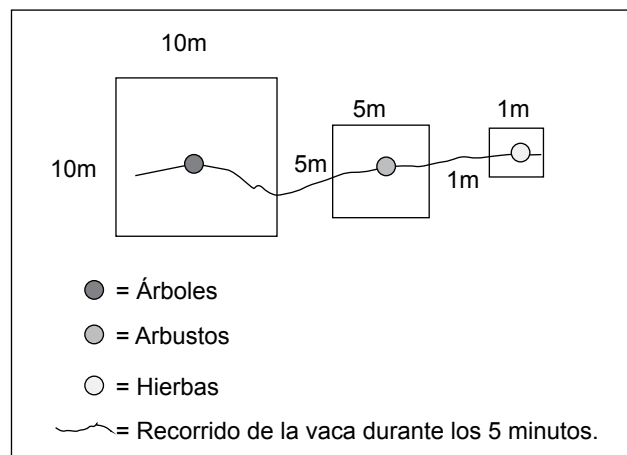


Figura 2. Diseño de las parcelas de muestreo, donde se evaluó tres estratos: arbóreo (10m x 10m), arbustivo (5m x 5m) y herbáceo (1m x 1m).

Para explorar la disponibilidad de las forrajeras nativas se adoptó la escala de evaluaciones ecológicas rápidas propuesta por The Nature Conservancy (1992). Los datos que se anotaron según correspondía mediante observación directa en cada parcela fueron los siguientes: exposición (este, noreste, norte, oeste y sur); macro topografía (llanura y pie de monte); relieve (ladera alta, hondonada o áreas de drenaje y ladera media); pendiente (inclinación entre 0 - < 5%, 5 - <10% y 10 - 30%) (Tabla 3). Y características de la vegetación como: sotobosque (denso difícil de penetrar, denso fácil de penetrar y ralo).

Tabla 3. Escala de abundancia-dominancia de Braun-Blanquet (1979), aplicado en el estudio en los tres estratos evaluados

Escala	Descripción
r	Un solo individuo, cobertura mínima
+	Más individuos, cobertura muy baja
1	Cobertura menor a 5%
2	Cobertura de 5 a 25%
3	Cobertura de 25 a 50%
4	Cobertura de 50 a 75%
5	Cobertura igual o superior a 75%

Determinación del contenido nutricional de las especies forrajeras nativas

Esa información se registró contando el número de mordidas por planta, ordenando de ascendente en función al mayor número de mordidas, de la lista se eligió las 25 con mayor puntaje. Las muestras para su análisis nutricional se tomaron de las partes consumibles por el ganado bovino, 1kg por planta. Además en unas fichas preparadas para este propósito que son parte del protocolo de recolección de material vegetal de BEISA 3 (Coronado 2012), se anotó el estado fenológico de la planta, parte a analizar (follaje), nombre común, nombre científico, lugar de procedencia, hora, fecha, altura sobre el nivel del mar, coordenadas geográficas y nombres del investigador. Para el secado natural luego se las expuso al sol sobre periódicos y cartones, luego se las introdujo en un sobre de manila, y se procedió al pesado y posteriormente al envío al laboratorio. El procedimiento utilizado por el laboratorio para la determinación de los nutrientes se basa en el análisis proximal del laboratorio Weende (Alemania). Los cuales indican el contenido de humedad, proteína cruda, energía, (nitrógeno total),

fibra cruda, extracto etéreo, ceniza y extracto libre de nitrógeno. Una descripción más amplia de estos análisis se puede encontrar en Paul (1977) y Osborne & Voogt (1978).

Resultados

Riqueza de especies forrajeras nativas

Las áreas con bosque nativo, corresponde a un bosque seco ralo donde la distribución de los árboles por clase diamétrica se ajusta a una estructura de bosque multietáneo, con escasos árboles emergentes (DAP sobre 60 cm y alturas de hasta 10 m). Se identificaron 105 plantas nativas forrajeras, distribuidas en 50 familias (Fig.3). Las familias de plantas mejor representadas son: Fabaceae (22 especies), Asteraceae (14 especies) y Euphorbiaceae, Malvaceae, Sapindaceae y Solanaceae (5 especies). De las familias restantes, cuatro familias y 23 de ellas estuvieron representadas por una sola especie.

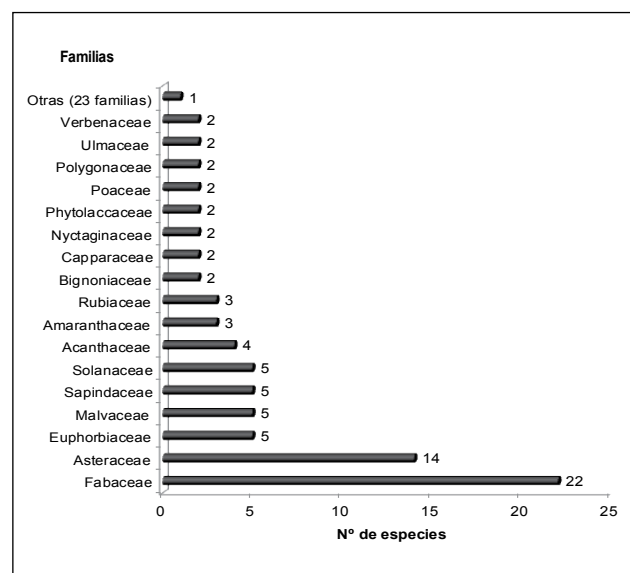


Figura 3. Riqueza de familias de especies forrajeras preferidas por el ganado bovino.

Especies forrajeras preferidas por el ganado bovino

La especie más preferida por el ganado bovino fue *Justicia ramulosa* (ramoneo), que registró en promedio 71 mordidas/h, le sigue *Senegalia etilis* (kari kari) con 67 mordidas/h, y en tercer lugar está el *Lycianthes asarifolia* (motobobo) con 62 mordidas/h (Tabla 4).

Preferencia de especies forrajeras nativas según época de evaluación.

La preferencia de la mayoría de las especies forrajeras dependen de su disponibilidad en diferentes épocas (meses) del año, las cuales van siendo reemplazadas por nuevas especies conforme las especies avanzan en su ciclo fenológico que va desde la producción de brotes tiernos hasta la producción de frutos. Resultado de las observaciones que se realizaron de febrero a abril, para el mes de febrero (Tabla 5) se tiene que las especies más preferidas fueron: *Petiveria alliacea* (35 mordidas/h), *Vachellia aroma* (33 mordidas/h), *Eupatorium hookerianum* (32 mordidas/h) y luego están *Mikania urticifolia* (morita), *Justicia ramulosa* (ramoneo) y *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco), con el mismo número de mordidas (30 mordidas/h).

En el mes de marzo las especie que destacaron por la preferencia del ganado durante el mes de febrero como *Vachellia aroma* (sirao o tusca), *Serjania foevata* (guiadora), *Mikania urticifolia* (morita), *Vachellia albicorticata* (churqui), fueron desplazadas por otras como *Coursetia hassleri* (porotillo), *Ruellia longipedunculata* (ramoneo 2), *Senegalia etilis* (kari-kari) *Hillieria latifolia* (flor blanquita. hoja larga) y *Lycianthes asarifolia* (motobobo). Las que se mantienen aún en la composición de la dieta de los bovinos fueron *Justicia ramulosa* (ramoneo) que ocupó el primer lugar en preferencia, *Eupatorium hookerianum* (Santa María) en segundo lugar, *Celtis spinosa* (satajchi fruto rojo) en tercer lugar y luego estuvo *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco) en la cuarta posición (Tabla 6).

Tabla 4. Lista de diez especies forrajeras preferidas durante el seguimiento.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Forma de vida	\bar{x} de mordidas/hora
Acanthaceae	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	hierba	71
Fabaceae	<i>Senegalia etilis</i>	kari kari	arbusto	67
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	hierba	62
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Anamo/anambo	hierba	53
Fabaceae	<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	arbusto	42
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i>	Satajchi fruto rojo	arbusto	40
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i>	Satajchi fruto amarillo	arbusto	34
Asteraceae	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	hierba	32
Malvaceae	<i>Sida rodrigo</i>	Afata/guacachi	hierba	32
Phytolaccaceae	<i>Hillieria latifolia</i>	Flor blanquita	hierba	30

Tabla 5. Lista de diez especies forrajeras preferidas durante el mes de febrero.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Forma de vida	\bar{x} de mordidas/hora
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Anamo/anambo	hierba	35
Fabaceae	<i>Vachellia aroma</i>	Sirao/tusca	arbusto	33
Asteraceae	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	arbusto	32
Asteraceae	<i>Mikania urticifolia</i>	Morita	liana	30
Acanthaceae	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	hierba	30
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i>	Satajchi fruto amarillo	arbusto	30
Sapindaceae	<i>Serjania foevata</i>	Guiadora	liana	26
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i>	Satajchi fruto rojo	hierba	25
Malvaceae	<i>Sida rodrigo</i>	Afata/guacachi	hierba	21
Fabaceae	<i>Senegalia albicorticata</i>	Tatari/churqui	arbusto	19

En el mes de abril las especies que aún se mantienen de los otros periodos entre febrero y marzo (Tabla 5 y 6), en la preferencia del ganado bovino fueron: *Justicia ramulosa* (ramoneo), *Senegalia etilis* (kari kari), *Coursetia hassleri* (porotillo), *Lycianthes asarifolia* (motobobo) y *Eupatorium hookerianum* (Santa María). Y por otro lado las que ya no están en la lista de la composición botánica de la vegetación forrajera fueron *Celtis spinosa* (satajchi fruto rojo), *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco), *Hillieria latifolia* (flor blanquita, hoja larga), *Ruellia longipedunculata* (ramoneo 2) y *Sida rodrigo* (afata o guacachi). Éstas últimas son reemplazadas por *Ruprechtia triflora* (duraznillo), *Pavonia sepium* (malvilla), *Panicum parvifolium* (pasto hoja ancha), *Prosopis alba* (algarrobo) y *Vachellia aroma*

(sirao o tusca) que nuevamente es ramoneada por el ganado (Tabla 7, Anexo 1).

Contenido nutricional de las forrajeras nativas

La determinación del contenido nutricional mediante el análisis bromatológico de las plantas forrajeras se realizó de solo 25 especies. La especie que contiene mayor Energía Bruta (EB) es *Coursetia hassleri* (porotillo) con 30 kcal/g, seguido de *Eupatorium hookerianum* (Santa María) y *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco), ambas con 28 kcal/g. Respecto a las especies que contienen mayor Proteína Bruta (PB) están *Senegalia etilis* (kari kari) con 30%, le sigue con 23 % de proteína *Hillieria latifolia* (flor blanquita, hoja larga).

Tabla 6. Lista de diez especies forrajeras preferidas durante el mes de marzo.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Forma de vida	\bar{x} de mordidas/hora
Acanthaceae	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	hierba	116
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i>	Satajchi fruto rojo	arbusto	79
Fabaceae	<i>Senegalia etilis</i>	kari kari	arbusto	76
Acanthaceae	<i>Ruellia longipedunculata</i>	Ramoneo 2	hierba	75
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	hierba	70
Fabaceae	<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	arbusto	57
Cannabaceae	<i>Celtis brasilensis</i>	Satajchi fruto amarillo	arbusto	54
Phytolaccaceae	<i>Hillieria latifolia</i>	Flor blanquita hoja larga	hierba	53
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Anamo/anambo	hierba	46
Malvaceae	<i>Sida rodrigo</i>	Afata/guacachi	hierba	44

Tabla 7. Lista de diez especies forrajeras preferidas durante el mes de abril.

Familia	Nombre científico	Nombre Común	Forma de vida	\bar{x} de mordidas/hora
Fabaceae	<i>Senegalia etilis</i>	kari kari	arbusto	93
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	hierba	84
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Anamo/anambo	hierba	68
Acanthaceae	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	hierba	65
Fabaceae	<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	arbusto	52
Fabaceae	<i>Vachellia aroma</i>	Sirao/tusca	arbusto	41
Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	Duraznillo	arbusto	39
Poaceae	<i>Panicum parvifolium</i>	Pasto hoja ancha	hierba	39
Malvaceae	<i>Pavonia sepium</i>	Malvilla	hierba	35
Asteraceae	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	arbusto	35

Según los resultados del análisis bromatológico se puede apreciar que el bosque tiene buena calidad nutricional (Tabla 8, Anexo 2 y 3), por estar entre las diez especies más preferidas, hierbas y arbustos que son parte de la composición de los bosques secos naturales, que presentan entre sus atributos fisicoquímicos excelente valor nutricional como *Justicia ramulosa* (ramoneo), *Senegalia etilis* (kari kari) y *Coursetia hassleri* (porotillo).

Disponibilidad de las especies forrajeras

La cobertura de las especies forrajeras más preferidas por el ganado en función a la escala de abundancia-dominancia utilizado ubicaron por su importancia a *Justicia ramulosa* (ramoneo) entre las que registró buena cobertura (3), luego estuvo *Senegalia etilis* (kari kari), con una cobertura de 2 y la tercera *Lycianthes asarifolia* (motobobo) tienen una cobertura de 3 (Tabla 9).

Tabla 8. Lista de diez especies forrajeras nativas con su contenido nutricional resultado del análisis bromatológico

(PA= Parte Analizada, Ms= Materia Seca, PB=Proteína Bruta, FC=Fibra Cruda, ELN=Extracto Libre de Nitrógeno, EB=Energía Bruta=Fosforo, Ca=Calcio=K= Potasio, Mg=Magnesio, HT= Hoja /Tallo, H= Hoja, F= Follaje).

Nombre científico	Nombre común	PA	M.S. %	P.B. %	F.C. %	E. L. N. %	E.B. (Kcal/g)	P %	Ca %	K %	Mg %
<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	HT	944	20.42	23.2	26.81	27	3.2	3.2	3.8	0.27
<i>Senegalia etilis</i>	Kari kari	F	95.4	30.91	20.1	32.81	26	1.6	0.8	1.6	0.21
<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	H	95.4	21.82	21.5	29.84	18	0.2	1.6	5.9	0.54
<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	HT	94.3	16.89	27.3	36.46	30	0.2	2.4	2.4	0.18
<i>Celtis spinosa</i>	Satajchi fruto rojo	F	92.3	21.49	13.1	30.9	20	1.5	5.1	1.9	0.87
<i>Celtis pubescens</i>	Satajchi fruto blanco	F	92.7	21.81	14.2	34.03	28	1.3	4.2	1.2	0.7
<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	HT	94.7	21.78	25.1	31.34	28	2.7	0.5	3.3	0.87
<i>Sida rodrigo</i>	Afata o guacachi	F	93.6	16.2	26.5	36.06	26	0.1	2.2	2.4	0.4
<i>Hillieria latifolia</i>	Flor blanquita, hoja larga	HT	92.6	23.34	17.1	31.72	19	1.4	2.1	2.4	0.63
<i>Vachellia aroma</i>	Sirao o tusca	F	93.8	19.37	26.6	36.49	21	0.1	1.1	0.5	0.31

Tabla 9. Disponibilidad en el bosque nativo de las diez especies forrajeras nativas (1: cobertura menor a 5%, 2: 5 a 25%, 3: 25 a 50%, 4: 50 a 75%, 5: igual o superior a 75%).

Familia	Nombre Científico	Nombre Común	Forma de vida	\bar{x} de mordidas/hora	Grado de Cobertura
Acanthaceae	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	hierba	71	3
Fabaceae	<i>Senegalia etilis</i>	Kari kari	arbusto	67	2
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	hierba	62	3
Fabaceae	<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	arbusto	42	2
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i>	Satajchi fruto rojo	arbusto	40	2
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i>	satajchi fruto blanco	arbusto	34	3
Asteraceae	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	arbusto	32	3
Malvaceae	<i>Sida rodrigo</i>	Afata o Guacachi	hierba	32	3
Phytolaccaceae	<i>Hillieria latifolia</i>	Flor blanquita, hoja larga	hierba	30	3
Fabaceae	<i>Vachellia aroma</i>	Sirao o Tusca	arbusto	29	3
Acanthaceae	<i>Ruellia longipedunculata</i>	Ramoneo 2	hierba	25	3

Discusión

La composición florística de la zona chaqueña (sudeste de Bolivia) tiene variabilidad, y está compuesta por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, de las cuales más de 150 son de buena aceptabilidad por el ganado (Saravia 1984, Saravia et al. 1985, Saravia 1995), a diferencia de Azero Norte, donde se encontraron solo 105, probablemente esta diferencia este marcada porque en los otros estudios abarcaron un espacio geográfico mucho más amplio (el Chaco Boliviano) con diferentes micro-hábitats, mientras que el estudio en Azero Norte solo se refería a un ámbito geográfico correspondiente a la comunidad, que además el estudio se realizó en un solo periodo obviando el periodo de invierno e inicios de primavera. Según Coronado (2010), en su estudio de la composición botánica de los bosques secundarios de la comunidad de San Pedro del Zapallar, en mismo municipio donde está ubicado Azero Norte, las familias botánicas con mayor riqueza de especies registradas conforme al uso forrajero de las mismas fueron: Solanaceae (12 especies) Fabaceae (13 especies), Asteraceae (seis especies), y Euphorbiaceae (cuatro especies), que coincide con los resultados encontrados en el presente trabajo donde familias más importantes también fueron Fabaceae, y Asteraceae.

Carrizo & Villaverde (2006), indican que las especies más preferidas por ganado bovino y por su valor en función a su contenido nutricional son *Prosopis alba* (algarrobo), *Vachellia aroma* (tusca), *Vachellia abicorticata* (churqui), *Senegalia etilis* (kari kari), *Sida rodrigo* (afata o guacachi) y *Celtis spinosa* (satajchi fruto rojo o tala). De estas especies el ganado aprovecha los frutos, ramas, tallos y hojas. Las especies mencionadas anteriormente también se reportan para la comunidad de Azero Norte, como las de mayor preferencia y un buen contenido nutricional, que soporta los resultados obtenidos en el presente trabajo de investigación.

Bustamante & Ruiz (1987), indican que el valor nutricional de los forrajes varía relativamente poco en las diferentes épocas del año y que el factor más importante de desnutrición en el ganado durante el invierno los meses de junio y julio, se debería sobre todo a la falta de disponibilidad de forrajes más que a la variación en su contenido de nutrientes. Algunas especies aportan principalmente material

energético de subsistencia en forma de materia seca (como la hojarasca en otoño invierno, y ramillas secas a principios de primavera), otras especies tienen importancia por su aporte proteínico (ramones de primavera y follaje de verano), y otras por la incorporación a la dieta de micro-elementos nutritivos como el Calcio, Fósforo y Potasio en los frutos de “algarrobo” (*Prosopis alba*) y otras especies durante el verano, otoño y parte de invierno.

Según Harper (1977) citado en Loydi (2010), a mayor intensidad de pastoreo se tiende a reducir la cobertura y riqueza de estas especies forrajeras y son reemplazadas por otras especies que no son forrajeras, por ende los mayores recorridos del ganado en busca de forraje compacta el suelo y se reduce la disponibilidad de sitios para el establecimiento de plántulas forrajeras. Sin embargo, en la comunidad de Azero Norte la cobertura de las especies más preferidas por el ganado bovino esta entre 5 a 50 % de cobertura en relación a las superficies evaluadas, lo que indica buena presencia de estas especies. Esta situación favorable para la actividad ganadera puede estar originada a que la carga animal que se tiene es todavía la adecuada (8 ha/UA), a pesar de que el pastoreo es libre y probablemente exista una rotación natural condicionado por las barreras naturales como el acceso, a las comunidades vegetales que tienen especies forrajeras. Es frecuente por ejemplo, que en la época seca los animales se ven obligados a permanecer junto al río Azero, para el consumo de agua, mientras que en la época de lluvias, el ganado se traslada a las serranías por la mayor presencia de forraje fresco y la oferta de agua de los manantiales, que se constituye en aguadas naturales

Conclusiones

Las especies forrajeras más preferidas son *Justicia ramulosa* (ramoneo), *Senegalia etilis* (kari kari), *Lycianthes asarifolia* (motobobo), *Coursetia hassleri* (porotillo), *Petiveria alliaceae* (anamo), *Celtis spinosa* (satajchi fruto rojo), *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco), *Eupatorium hookerianum* (Santa María), *Sida rodrigo* (afata o guacachi), *Hillieria latifolia* (flor blanquita, hoja larga) y *Vachellia aroma* (sirao o tusca).

Las especies más nutritivas por su contenido de proteína son las siguientes: *Senegalia etilis* (kari kari), *Hillieria latifolia* (flor blanquita, hoja larga),

Lycianthes asarifolia (motobobo), *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco), *Eupatorium hookerianum* (Santa María), *Celtis spinosa* (satajchi fruto rojo), *Justicia ramulosa* (ramoneo), *Vachellia aroma* (sirao), *Coursetia hassleri* (porotillo) y *Sida rodrigo* (afata o guacachi).

Las forrajeras nativas nutritivas de mayor valor energético son las siguientes: *Coursetia hassleri* (porotillo), *Eupatorium hookerianum* (Santa María), *Celtis pubescens* (satajchi fruto blanco), *Justicia ramulosa* (ramoneo), *Sida rodrigo* (afata o guacachi), *Senegalia etilis* (kari kari), *Vachellia aroma* (sirao o tusca), *Celtis spinosa* (satajchi fruto rojo), *Hillieria latifolia* (flor blanquita, hoja larga) y *Lycianthes asarifolia* (motobobo).

No todas las especies forrajeras nativas que forman parte de la composición florística del área de pastoreo son consumidas con la misma intensidad y frecuencia, una de las causas es que el ganado muestra diferente preferencia por las plantas forrajeras o por pastoreo selectivo en el bosque nativo y áreas pastoriles.

Referencias

- ABT. 2013. Autoridad de fiscalización y control social de Bosques y tierras. Memoria institucional PEI (Plan estratégico Institucional).
- Braun, B.J. 1979. Fitosociología. Bases para el estudio de las comunidades vegetales. Blume Ediciones, Madrid.
- Bernal, R. 2010. Caracterización de la actividad ganadera bovina y su influencia en la vegetación de la Comunidad Poteros, Municipio de Villa Serrano de PN ANMI- Serranía Iñaño. Tesis Lic. Ing. en Recursos Naturales. Sucre, Bol. UMRPSFXCH.
- CORDECH.1995. Corporación Regional de desarrollo de Chuquisaca Departamento de Recursos Naturales.
- Coronado, V. 2010. Riqueza, diversidad, estructura y uso de los bosques mónicos secundarios en la Micro-Cuenca Tartagalito del PN-AMI Serranía del Iñaño. Tesis Lic. Ing. en Recursos Naturales. Sucre, Bol, UMRPSFXCH. 104.
- Coronado, V. 2012. Protocolo para la colecta y preparación de muestras vegetales para análisis químico-bromatológico. Documento técnico BEISA3, USFX. Sucre, Bolivia.
- FAO. 1995. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Análisis de la estructura arbórea del sistema agroforestal rusticano de café en San Miguel, Veracruz, México.
- FAO. 2009. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. La situación de los bosques y selvas en el mundo. Roma, Italia. 176.
- FAO & JRC. 2012. Global forest land-use change 1990–2005, by E.J. Lindquist, R. D’Annunzio, A. Gerrand, K. MacDicken, F. Achard, R. Beuchle, A. Brink, H.D. Eva, P. Mayaux, J. San-Miguel-Ayanz & H-J. Stibig. FAO Forestry Paper No. 169. Food and Agriculture Organization of the United Nations and European Commission Joint Research Centre. Rome, FAO.
- Gibbs, H.K., A.S. Ruesch, F. Achard, M. Clayton, P. Holmgren, N. Ramankutty & J.A. Foley. 2010. Tropical forests were the primary sources of new agricultural land in the 1980s and
- Loydi, A., & R. Distel. 2010. Diversidad florística bajo diferentes intensidades de pastoreo por grandes herbívoros en pastizales serranos del Sistema de Ventania, Buenos Aires.
- Mayaux P., P. Holmgren, F. Achard, H.D. Eva, H. J. Stibig & A. Branthomme. 2005. Tropical forest cover change in the 1990’s and options for future monitoring. Phil. Trans. B, 360: 373–384.
- Martínez, R.I. 2009. Transformación de una empresa ganadera de responsabilidad limitada a una sociedad anónima. Tesis Lic. En Contaduría pública y Auditoría, Universidad de San Carlos de Guatemala Facultad de ciencias económicas.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. Aims and Methods of Vegetation Ecology. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. 547.
- Negrete, C. A. 2012. Estudio de conectividad de áreas fragmentadas con uso agropecuario en cuatro comunidades del (PN-ANMI)-Serranía del Iñaño. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero en Desarrollo Rural. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 3. Sucre. 133 .
- Navarro, G. 2011. Mapa de Vegetación del departamento de Chuquisaca *En*: Carretero A., M. Serrano, F. Borchsenius & H. Balslev. 2011. *Pueblos y plantas de Chuquisaca. Estado*

- del conocimiento de los pueblos, la flora, uso y conservación.* Herbario del Sur de Bolivia-Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia 340.
- Osborne, D.R. & P. Voogt. 1978. The analysis of nutrients in food. London, Academic Press.
- PDM (Plan de Desarrollo Municipal), Monteagudo. 2007-2011. Gobierno Municipal
- Monteagudo Primera Sección – Provincia Hernando Siles.
- Paul, A.A. 1977. Changes in food composition. Effects of some newer methods of production and processing. BNF Bulletin No. 21: 173–186.
- PROAGRO. 2007. Manejo del Monte Chaqueño para una ganadería sostenible. Experiencias del Chaco Boliviano. GTZ. 46.
- Saravia, C. 1984. Manejo Silvopastoril en el Chaco Noroccidental de Argentina. Acta III Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. (pág. 26 – 46) y Acta IV Reunión. (págs. 543 – 556) – 1985.
- Saravia Toledo C., H. Del Castillo, H. Zelarrayan. 1985. Manejo silvopastoril en el Chaco Noroccidental de Argentina. IV Reunión de Intercambio Tecnológico en Zonas Áridas y Semiáridas. Salta, SECyT, Argentina. Tomo II : 543-556.
- Saravia, C. J. 1995. Recuperación y Conservación de Áreas Críticas en la Subcuenca del Río los Puestos». Informe Final. Etapa 11. Primera Fase. Estudio Integral del Sistema Pirquitas y Manejo de la Subcuenca del Río los Puestos. Convenio CFI-Catamarca. 123.
- Terán, J. 1995. Sistemas silvopastoril y Leñosas Forrajeras en el Monte Chaqueño Serrano de Chuquisaca. Sucre Bolivia.
- Terán, H. 2010. Valoración cultural de las plantas silvestres útiles en las comunidades de Azero Norte y Bella Vista del PNANMI-Serranía del Ñao, Chuquisaca. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA 2. Sucre. 127.
- The Nature Conservancy. 1992. Evaluación Ecológica Rápida. Programa de Ciencias para América Latina., Arlington, VA, USA. 232.
- Vera, J.I. 1991. Estudio del sistema agroforestal cafetalero del municipio de Yautepec, Mor.
- UAEM. Serie: Ciencias naturales y de la salud. 100.
- ZONISIG. 1998. Zonificación agroecológica y socioeconómico de la subregión iv. Monteagudo. Sucre, Bolivia. La Paz.
- ZONISIG, 2000. Zonificación Agroecológica y Socioeconómica del Departamento de Chuquisaca, Proyecto Zonificación Agroecológica y Establecimiento de una Base de Datos y Red de Sistema de Información Geográfica en Bolivia, DHV Consultores – ITC, Cooperación del Gobierno de los Países Bajos. Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación, Prefectura del Departamento de Chuquisaca. Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. 157 – 264.

Anexo

Anexo 1. Especies forrajeras preferidas según el número de mordidas por el ganado bovino de los tres meses a) febrero, b) marzo y c) abril

a) Febrero

Familia	Nombre científico	Nombre Común/Nombre local	Nº de mordidas
Acanthaceae	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	1912
Fabaceae	<i>Senegalia etilis</i>	Kari kari	1821
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	1664
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Anamo/anambo	1427
Fabaceae	<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	1135
Cannabaceae	<i>Celtis spinosa</i>	Satajchi fruto rojo	1082
Cannabaceae	<i>Celtis brasiliensis</i>	Satajchi fruto amarillo	914
Asteraceae	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	869
Malvaceae	<i>Sida rodrigoii</i>	Afata/guacachi	864
Phytolaccaceae	<i>Hillieria latifolia</i>	Flor blanquita, hoja larga	815
Fabaceae	<i>Vachellia aroma</i>	Sirao/Tusca	771
Acanthaceae	<i>Ruellia longipedunculata</i>	Ramoneo 2	671
Fabaceae	<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo	528
Poaceae	<i>Panicum parvifolium</i>	Pasto hoja ancha	488
Sapindaceae	<i>Serjania foevata</i>	Guiadora	477
Polygonaceae	<i>Ruprechtia triflora</i>	Duraznillo	466
Asteraceae	<i>Mikania urticifolia</i>	Morita	465
Fabaceae	<i>Vachellia albicorticata</i>	Tatari/churqui	446
Malvaceae	<i>Pavonia sepium</i>	Malvilla	424
Asteraceae	<i>Eupatorium sp</i>	Parecido a Santa María	417
Malvaceae	<i>Tarasa spiciformis</i>	Malva loca	404
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Lapacho rosado	396
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea campanulata</i>	Uchu uchú	365
Amaranthaceae	<i>Amaranthus viridis</i>	Caruro	302
Malvaceae	<i>Sida spinosa</i>	Guacachi hoja morada	286
Asteraceae	<i>Bidens andicola</i>	Chillkiwa	266
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i>	Itapalla roja	263
Acanthaceae	<i>Justicia consanguinea</i>	Flor moradita	258
Polygonaceae	<i>Ruprechtia apetala</i>	Membrillo	235
Ulmaceae	<i>Phyllostylon rhamnoides</i>	Cuta	232
Asteraceae	<i>Stevia sp</i>	Asteracea morada	230

b) Marzo

Familia	Nombre científico	Nombre Común/Nombre local	Nº de mordidas
Acanthaceae	<i>Schaurea azaleifolia</i>	Parecido al anamo	229
	<i>Athyana weinmannifolia</i>		
Sapindaceae		Sotillo	227
Annonaceae	<i>Annona nutans</i>	Chirimoya	205
Fabaceae	<i>Senna occidentalis</i>	Cumandilla	189
Cyperaceae	<i>Uncinia hamata</i>	Pasto	188
Araliaceae	<i>Aralia soratensis</i>	Árbol de corcho	187
Fabaceae	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina/quina quina	186
Fabaceae	<i>Amburana cearensis</i>	Roble	173
Rhamnaceae	<i>Erythroxylum cuneifolium</i>	Fruto negro	171
Euphorbiaceae	<i>Euphorbia</i> sp.	Golondrina	169
Sapindaceae	<i>Thinouia mucronata</i>	Morilla	168
Fabaceae	<i>Arachis duranensis</i>	Manicillo	164
Fabaceae	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Corazón negro	150
Dioscoreaceae	<i>Dioscorea multispicata</i>	Cárate	141
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Willca	127
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Parecido clavelillo	125
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Guaranguay	105
Myrthaceae	<i>Myrcianthes pungens</i>	Saguinto o guayabilla	96
Rubiaceae	<i>Pogonopus tubulosus</i>	Quinina	93
Amaranthaceae	<i>Guilleminea densa</i>	Gerba de pollo	89
Anacardiaceae	<i>Loxopterygium grisebachii</i>	Mara	86
Rutaceae	<i>Zanthoxylum</i> sp.	Espinillo	80
Fabaceae	No identificada	Morita 2	76
Solanaceae	<i>Capsicum baccatum</i>	Arivivi	73
Caricaceae	<i>Vasconcellea quercifolia</i>	Gargatea	70
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i>	Palo zapallo	67
Lythraceae	<i>Adenaria floribunda</i>	Puca Puquillo	66
Euphorbiaceae	<i>Croton sarcopetalus</i>	Ttinajero	62
Fabaceae	<i>Coursetia brachyrhachis</i>	Porotillo	60
Fabaceae	<i>Senna spectabilis</i>	Carnaval	56
Sapindaceae	<i>Urvillea chacoensis</i>	Mora hoja gruesa	54
Amaranthaceae	<i>Pfaffia glomerata</i>	Hierba	53
Rubiaceae	<i>Manetia cordifolia</i>	Flor roja	53
Fabaceae	<i>Machaerium escleroxylon</i>	Guayacán	50
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> sp.	Ñetirilla	46
Euphorbiaceae	<i>Ricinus communis</i>	Tártago	43

c) Abril

Familia	Nombre científico	Nombre Común/Nombre local	N° de mordidas
Capparaceae	<i>Capparis retusa</i>	Parecido a saguinto	41
Fabaceae	<i>Pterogyne nitens</i>	Parecido pega pega	40
Asteraceae	<i>Zinnia peruviana</i>	Comadre	35
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Morita 3	35
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i>	Mora garrancho	35
Asteraceae	<i>Jungia pauciflora</i>	Malva hoja ancha	34
Asteraceae	<i>Verbesina lilloi</i>	Parecido hoja de tabaco	34
Bombacaceae	<i>Pseudobombax argentinum</i>	Orochi	34
Poaceae	<i>Chloris halophylla</i>	Pasto astita	32
Meliaceae	<i>Cedrela saltensis</i>	Cedrillo	31
Euphorbiaceae	<i>Tragia bangii</i>	Pica pica	30
Asteraceae	<i>Cnicothamnus lorentzii</i>	Azafrán	28
Plumbaginaceae	<i>Plumbago scandens</i>	Mora olor miel	28
Rubiaceae	<i>Richardia scabra</i>	Flor blanca rastretera	27
Solanaceae	<i>Solanum</i> sp.	Parecido a matagusano	25
Zygophyllaceae	<i>Tribulus terrestris</i>	Flor anaranjada	25
Fabaceae	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	22
Solanaceae	<i>Adenaria floribunda</i>	Puca puca	21
Asteraceae	<i>Wedelia cf. latifolia</i>	Asteracea amarilla	20
Fabaceae	<i>Indigofera subfruticosa</i>	Parecido a porotillo	20
Fabaceae	<i>Senna obtusifolia</i>	Carnavalito	20
Fabaceae	<i>Zapoteca formosa</i>	Flor barba de chivo	17
Malvaceae	<i>Herissantia crispa</i>	Verbena	17
Malpigiaceae	<i>Ptilochaeta nudipes</i>	Cajahuastana	16
Fabaceae	<i>Chaetocalyx parviflora</i>	Morita flor amarilla	15
Asteraceae	<i>Porophyllum ruderale</i>	Quilquiña	13
Passifloraceae	<i>Passiflora cincinnata</i>	Maracuya	13
Loasaceae	<i>Mentzelia scabra</i>	Pega pega	11
Asteraceae	<i>Bidens</i> sp.	Chillkiwa pequeña	10
Cleomaceae	<i>Cleome</i> sp.	Parecido yuca	10
Commelinaceae	<i>Commelina</i> sp.	Santa Lucía	10
Gesneriaceae	<i>Gloxinia gymnostoma</i>	Flor roja	10
Verbenaceae	<i>Lantana micrantha</i>	Zarza morilla	10
Asteraceae	<i>Viguiera</i> sp.	Parecido a girasol	8
Capparaceae	<i>Capparis flexuosa</i>	Parecido a chirimoya	8
Asteraceae	<i>Cnicothamnus lorentzii</i>	San Juan qh'ora	7

Anexo 2. Resultados de Análisis Bromatológico de las especies forrajeras preferidas por el número de mordidas en el Laboratorio de Cochabamba.

Código de colecta	Nombre científico	Nombre común	PA	M.S. %	Cz %	E. Éter %	Prot. B %	N %	F.C. %	Ext. L.N %	E.B. (Kc al/g) %	P %	Ca %	K %	Mg %
R 3	<i>Justicia ramulosa</i>	Ramoneo	HT	94.4	20.2	3.84	20.42	3.3	23	26.81	27	3.2	3.2	3.8	0.27
R 2	<i>Senegalia etilis</i>	Kari kari	F	95.4	7.89	3.73	30.91	5	20	32.81	26	1.6	0.8	1.6	0.21
R 17	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	H	95.4	19.7	2.49	21.82	3.5	22	29.84	18	0.2	1.6	5.9	0.54
R 12	<i>Coursetia hassleri</i>	Porotillo	HT	94.3	10.9	2.79	16.89	2.7	27	36.46	30	0.2	2.4	2.4	0.18
R 5	<i>Celtis spinosa</i>	Satajehi fruto rojo	F	92.3	21	5.83	21.49	3.4	13	30.9	20	1.5	5.1	1.9	0.87
R 6	<i>Celtis pubescente</i>	Satajehi fruto blanco	F	92.7	18.7	3.91	21.81	3.5	14	34.03	28	1.3	4.2	1.2	0.7
R 1	<i>Eupatorium hookerianum</i>	Santa María	HT	94.7	12	4.52	21.78	3.5	25	31.34	28	2.7	0.5	3.3	0.87
R 15	<i>Sida rodrigo</i>	Afata/guacachi	F	93.6	12.2	2.24	16.2	2.6	27	36.06	26	0.1	2.2	2.4	0.4
R 9	<i>Hillieria latifolia</i>	Flor blanquita, hoja larga	HT	92.6	16.3	4.4	23.34	3.7	17	31.72	19	1.4	2.1	2.4	0.63
R 8	<i>Yachellia aroma</i>	Sirao/tusca	F	93.8	7.13	4.28	19.37	3.1	27	36.49	21	0.1	1.1	0.5	0.31
R 16	<i>Ruellia longipedunculata</i>	Ramoneo 2	HT	93	10.7	2.33	19.59	3.1	24	36.06	19	0.1	0.6	2.7	1.07
R 21	<i>Prosopis alba</i>	Algarrobo	F	95.7	8.53	2.79	19.68	3.2	26	39.69	23	0.2	0.6	3.5	0.11
R 13	<i>Panicum parvifolium</i>	Pasto hoja ancha	TP	94.1	13.8	1.92	13.46	2.2	27	37.97	35	0.2	0.8	2.7	0.6
R 4	<i>Serjania foevata</i>	Guiadora	HT	94.2	8.95	5.55	23.18	3.7	21	35.82	25	3.2	0.6	3	0.03
R 14	<i>Ruprechtia triflora</i>	Duraznillo	HT	94.2	12.2	4.08	13.44	2.2	21	43.61	27	0.2	2.5	1.4	0.77
R 11	<i>Mikania urticifolia</i>	Morita	HT	93.1	12.4	8.07	21.51	3.4	16	35.23	24	0.2	1.5	2.8	0.71
R 20	<i>Yachellia albicorticata</i>	Tatari/churqui	F	95.9	10.6	4.78	18.67	3	33	29.04	15	0.2	1.9	3.7	0.27
R 10	<i>Pavonia sepium</i>	Malvilla	HT	93	14.2	5	15.78	34	24	34.22	17	2.2	1.7	4.1	0.73
R 19	<i>Eupatorium sp.</i>	Parecido a santa maría	HT	94.8	14.8	7.07	23.13	3.7	16	34.22	29	0.2	1.6	5.6	0.15
R 7	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Lapacho rosado	H	92.6	7.9	3.94	14.64	2.3	23	43.13	23	0.6	1.9	0.3	0.51
R 18	<i>Bougainvillea campanulata</i>	Uchu uchu	HT	96.1	12.9	2.55	18.58	3	18	44.44	33	0.2	1	4.8	0.6

PA= Parte Analizada, MS= Materia Seca, CZ= Ceniza, E. Éter=Extracto Etéreo, PB=Proteína Bruta, N= Nitrógeno, FC=Fibra Cruda, ELN=Extracto Libre de Nitrógeno, EB=Energía Bruta, P=Fosforo, Ca= Calcio, K= Potasio, Mg=Magnesio, HT= Hoja /Tallo, H= Hoja, F=Follaje.

Anexo 3. Resultados de Análisis Bromatológico de 4 especies forrajeras en el Laboratorio de ITA en la Ciudad de Sucre.

Código	Nombre científico	Nombre Común	PA	H (%)	PT 6,25(%)	GR(%)	CZ (%)	HC (%)	VE (kal/100g)	P(Mg-p/100g)	Ca (%)	Fe (Mg-Fe/100g)	Fb (%)
R 25	<i>Tarasa spiciformis</i>	Malva loca	HT	9.38	19.0	1.64	10	60.0	331	339	2.73	34.9	15.7
R 24	<i>Amaranthus vindis</i>	Caruro	HT	9.53	22.2	1.38	14,5	52.4	311	403	3.07	13.7	13.9
R 22	<i>Sida espinosa</i>	Guacachi hoja morada	HT	9.4	11.7	1.86	8,56	68.0	336	644	3.50	6.83	22.0
R 23	<i>Arachis duranensis</i>	Manicillo	HT	9.19	20.7	1.61	10,7	57.7	328	328	4.92	14.1	10.5

H=Humedad, PT= Proteína, GR= Grasa, CZ= Ceniza, HC=Hidratos de Carbono, VE=Valor Energético, P=Fosforo, Fe=Hierro, FC=Fibra Cruda.

Sistemas agroforestales sucesionales para la restauración de áreas degradadas en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Municipio Monteagudo

Agroforestry systems for the restoration of degraded areas in the community of San Pedro del Zapallar, Monteagudo Municipality

Víctor Hugo Rodríguez Condori^{1,2*}, Manuel H. Jiménez² & M. A. Barrientos²

¹ Carrera Ingeniería Agroforestal, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Monteagudo, Chuquisaca, Bolivia.

² Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Calle Av. El Porvenir s/n. Monteagudo – Bolivia.

*rodriguez_victor666@hotmail.com

Resumen

La investigación se realizó en un área experimental de la comunidad de San Pedro del Zapallar en el Municipio de Monteagudo, con el objetivo de evaluar el crecimiento de plantas de naranjo y otros cultivos acompañantes en sistemas agroforestales (SAFs,) en suelos degradados, en un diseño en núcleos con especies en sucesión vegetal. Se seleccionaron 45 plantas al azar, 15 en núcleos sucesionales de un año (T1), 15 sin núcleos (T2) y 15 en núcleos recién establecidos (T3). Las variables evaluadas fueron crecimiento en altura, número de hojas, sanidad de las plantas de cítricos y número de especies acompañantes. La altura de las plantas de cítricos en el tratamiento T2, presentó el mayor valor con 82.80 cm seguido por tratamiento T1 (76.27 cm). La variable número de hojas/planta no mostró diferencias significativas, siendo el tratamiento T2 que obtuvo el mayor valor (143.00 hojas/planta), seguido del T3 (133.93 hojas/planta). La biomasa de las plantas acompañantes fue mayor en la *Canavalia ensiformis* con (6.10 kg/0.80 m²), seguido por el *Zea mays* (1.89 kg/0.80 m²), y *Cajanus cajan* (1.53 kg/0.80 m²). Los valores de crecimiento de los cítricos se encuentran dentro de los parámetros normales, por lo que los sistemas agroforestales sucesionales (SAFs) son una opción que contribuyó a incrementar la diversidad vegetal y la agrobiodiversidad en las parcelas para recuperar el suelo a través de la biomasa incorporada al suelo.

Palabras clave: *Cajanus cajan*, cítricos, multi-estratos, *Ricinus communis*, restauración, sucesión natural.

Abstract

The investigation was carried out in an experimental area of the community of San Pedro del Zapallar, Monteagudo Municipality, with the objective of evaluating the growth of orange plants and other accompanying crops in agroforestry systems (SAFs) in degraded soils and in a design nucleus with successional vegetation species. 45 plants were selected randomly, 15 in old successional nuclei (T1), 15 without nuclei (T2) and 15 in nuclei recently established (T3). The variables evaluated were growth in height, number of leaves, citrus plant health and number of accompanying species. The height of citrus plants in the T2 treatment presents the highest value with 82.8 cm followed by treatment T1 (76.27 cm). The variable number of leaves/plant didn't show significant differences, being T2 the treatment which obtained the greatest value (143.00 leaves/plant), followed by T3 (133.93 leaves/plant). The biomass of the accompanying plants was similar, however *Canavalia ensiformis* presented the greater value (6.10 kg/0.80 m²), followed by *Zea mays* (1.89 kg/0.80 m²), and *Cajanus cajan* (1.53 kg/0.80 m²). These growth values are found within the normal parameters, whereby agroforestry systems are an option for establishing citrus in the region. The technique of the SAFs contributed to incrementing the vegetation diversity and the agrobiodiversity in the plots for recovering the soil through incorporating biomass in the soil.

Key words: *Cajanus cajan*, Citrus, multi strata, natural succession, *Ricinus communis*, restoration.

Introducción

La Región del Chaco Chuquisaqueño es predominantemente agrícola y ganadera, entre los principales cultivos en orden de importancia están el maíz, ají, maní, yuca, frijol y papa. Entre los cultivos perennes se destacan la naranja, mandarina, pomelo, limón y lima. La producción agrícola es destinada a la alimentación humana, al engorde de ganado bovino, producción porcina, aves de corral y a la industrialización (PDM Monteagudo 2007– 011).

El cultivo de cítricos como mandarina (*Citrus reticulata* Blanco), naranjo [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] y limonero [(*Citrus limon* (L.) Burn.)] tuvieron un rápido crecimiento en la región del Chaco Chuquisaqueño (INE 2011) por las condiciones agroecológicas adecuadas (clima, suelo, etc.). Sin embargo por el sistema de monocultivo adoptado para los cítricos, trajo nuevos problemas para su cultivo, con la aparición de enfermedades y plagas que han destruido huertos completos, esto ha provocado desánimo en los agricultores fruticultores, a pesar de ser un cultivo estratégico por la creciente demanda que tienen los cítricos a nivel nacional (MDRAyMA 2008, Mallea 2010), sobre todo por su grado de dulzor que desarrolla en esta zona (PDM Monteagudo 2007 – 2011, Cerezo 2011).

Frente a esta preocupación de los agricultores de la zona, el componente de agroforestería de BEISA 3 ha desarrollado un sistema de producción en Sistemas Agroforestales Sucesionales (SAFs), aunque son pocos los agricultores que ponen en práctica, ya que no se ha logrado difundir suficientemente esta forma de agricultura sostenible y sustentable. En cuanto a investigaciones se ha desarrollado experiencias prácticas para que puedan ser transferidos y adoptados por los agricultores (Jiménez & Barja 2013, Ortiz 2014, Sheriff 2014), abriendo oportunidades mediante los eventos de capacitación realizados para que realicen y pongan en práctica la producción en SAFs en sus terrenos.

En este sentido, el presente trabajo de investigación se realizó con la implementación de cítricos en un huerto comunal de la comunidad San Pedro del Zapallar, donde se evaluó los parámetros de crecimiento asociados a la diversidad de cultivos acompañantes. A la vez con el establecimiento de las parcelas con SAFs se logró crear un espacio demostrativo para mostrar y dar a conocer a los comunarios y agricultores que quieran practicar este sistema de producción, mostrando la funcionalidad

de estos en la conservación de la biodiversidad, la recuperación de la fertilidad del suelo y el ingreso económico sostenible para las familias y agricultores de la zona.

Métodos y materiales

Área de estudio

La toma de datos se realizó en el huerto experimental comunitario con parcelas de naranjo dulce *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, ubicado en la comunidad del Zapallar en el área protegida “Serranía Iñaño en 63° 53’ 28’’ de longitud oeste y en el paralelo 19° 48’ 37’’ de latitud sud, una altitud de 1137 m temperatura media de 20°C, y clima predominante, sub-húmedo y húmedo con precipitación media anual de 1009 mm/año. Los suelos son arcillosos, arcillo-arenoso (PDM Monteagudo, 2012-2016). La comunidad se encuentra cerca al centro poblado de Monteagudo. Su producción agrícola está representada por los cultivos maíz, ají, maní, frejol, papa, entre otros cultivos importantes están los cítricos.

Diseño del SAF y medición de variables

Las dos parcelas seleccionadas en el huerto están constituidos por árboles de 1 año de edad diseñadas con 95 plantas de naranjo cada una, en un marco de plantación de 4x4.5 m establecidas en función a las condiciones y disponibilidad de terreno (Fig.1), de los cuales se tomó una muestra de 45 plantas para el respectivo seguimiento, según las variables definidas, durante la temporada de primavera-verano (2013-2014). La forma habitual de determinar el tamaño muestral óptimo se hizo en función a lo propuesto por Cochran (1982).

Ambos huertos presentan una condición productiva media y buen estado sanitario, manejados con prácticas culturales habituales de la región. Para la elección de las plantas se tuvo en cuenta tres condiciones que fueron tomadas como tipos de SAFs .

- Núcleos sucesionales de 15 plantas (T1)
- Sin núcleos: 15 plantas (T2) y
- Núcleos sucesionales recién establecidos: 15 plantas (T3)

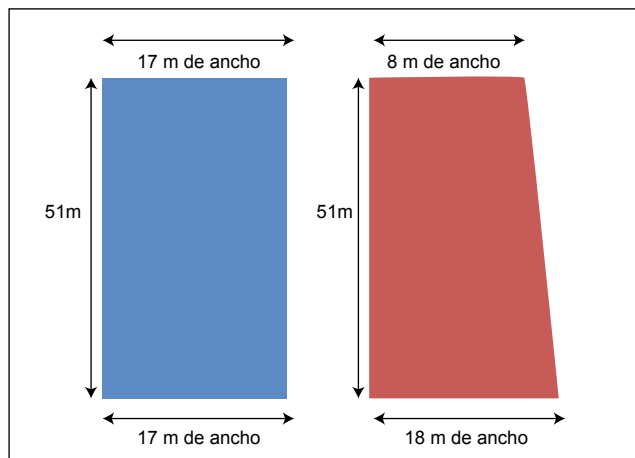


Figura 1. Croquis de las superficies de las parcelas, en el Área experimental comunitaria del Zapallar, Municipio Montegudo.

Los cultivos acompañantes se dispusieron en diseños denominados “núcleos sucesionales” (Götsch & Milz. 1997), establecidos a un radio de 1 m de la planta de naranjo (Fig. 2), conformados por *Canavalia ensiformis* (canavalia), *Cajanus cajan* (guandul),

Ricinus communis (tártago), *Zea mays* (maíz), *Vigna unguiculata* (cumanda arbolito) y *Manihot esculenta* (yuca). Así mismo se tiene en los callejones hijuelos de *Musa paradisiaca* (plátano), en una proporción de una a una con el *Citrus sinensis* (naranja); también se tiene plantas forestales en una proporción de dos naranjos por una especie forestal, como también se tiene en los callejones *Crotalaria* sp. a una distancia de cuatro m entre plantas y cinco m entre surco. Las especies forestales seleccionadas para el diseño fueron *Cedrela lilloi* (cedro), *Myroxylon peruiferum* (quina), *Tabebuia* sp. (lapacho) y *Tipuana tipu* (tipa).

Variables y análisis de los datos

El ensayo se mantuvo en evaluación por 120 días y las variables se evaluaron según la Tabla 1. Los resultados se analizaron con el programa estadístico InfoStat, realizando análisis de varianza y prueba de comparación de medias de Tukey, siguiendo procedimientos estadísticos enunciados en Montgomery (1981).

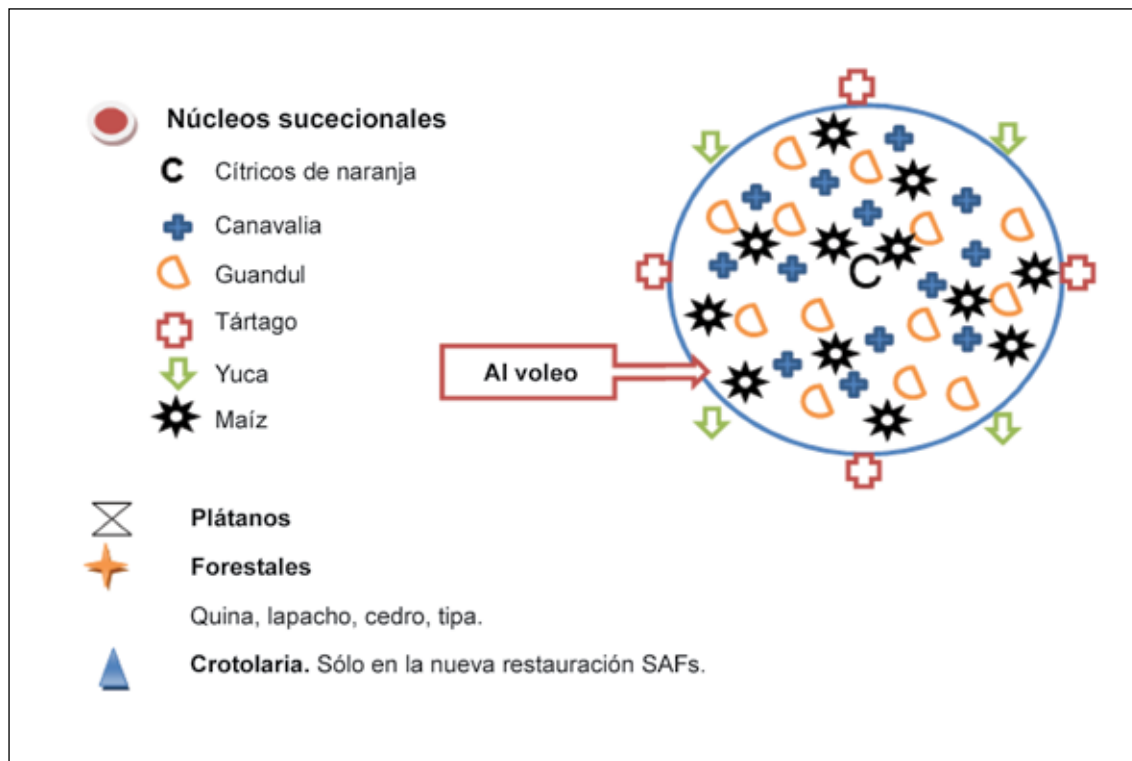


Figura 2. Croquis que ilustra la distribución de las especies de plantas acompañantes en los núcleos sucesionales.

Tabla 1. Descripción de las cuatro variables evaluadas en las parcelas con *Citrus sinensis* (naranja).

VARIABLES	DESCRIPCIÓN
Altura de planta	Se realizó la selección de 15 plantas al azar/tratamiento, donde se midió la altura desde la base del suelo hasta el ápice terminal con una frecuencia de 30 días en 4 evaluaciones de campo (a los 30, 60, 90 y 120 días).
Número de hojas de los cítricos	Se realizó mediante un conteo de las hojas por cada planta elegida en cada tratamiento, con la misma frecuencia que para la altura de la planta.
Sanidad de los cítricos	Se evaluó mediante observación visual, viendo la presencia de enfermedades y plagas que se presentaron en las plantas de cítricos, según la siguiente escala: 1=ausencia de daño, 2=daño leve, 3=daño moderado y 4=daño grave. La evaluación se realizó a los 45 y 105 días.
Altura de la planta y número de hojas en los forestales	Se realizó siguiendo los mismos criterios utilizados para los cítricos.
Biomasa incorporada al suelo	Se realizó el peso de biomasa en kg, por cada uno de los cultivos acompañantes, correspondiente al núcleo de los cítricos elegidas al azar. La biomasa después de pesada se incorporó al suelo.

Resultados

Altura de las plantas de naranja

El tratamiento que logró la mayor altura de planta a los 30 días fue el T2 (72.87 cm), seguido por T1 (67.60 cm) y T3 (64.87 cm), pero esas diferencias no fueron significativas ($p=0.1802>0.05$, $CV=17.59\%$). En las mediciones de las plantas después de 60 días, se mantuvo la misma tendencia, los cítricos en el T2 crecieron más (73.20 cm), seguido por T1 (67.80 cm) y T3 (65.73 cm), pero continuaron siendo no

significativas las diferencias entre ambos tratamientos ($p=0.2127>0.05$, $CV=9.38\%$). La misma tendencia se muestra a 90 días, con T2, (73.40 cm), seguido por T1 (68.07 cm) y T3 (66.87 cm) con diferencias aún no significativas ($p=0.26896>0.05$, $CV=9.41\%$). Recién después de 120 días las diferencias fueron significativas ($p=0.0166<0.05$, $CV=8.69\%$) a favor del T2 (82.80 cm), seguido por T1 (76.27 cm) y T3 (69.53 cm). Desde el inicio del ensayo hasta los 120 días, las plantas de naranja del T2 incrementaron más en altura (9.93 cm), que las del T1 (8.67 cm) y el T3 con (4.66 cm) (Fig. 3).

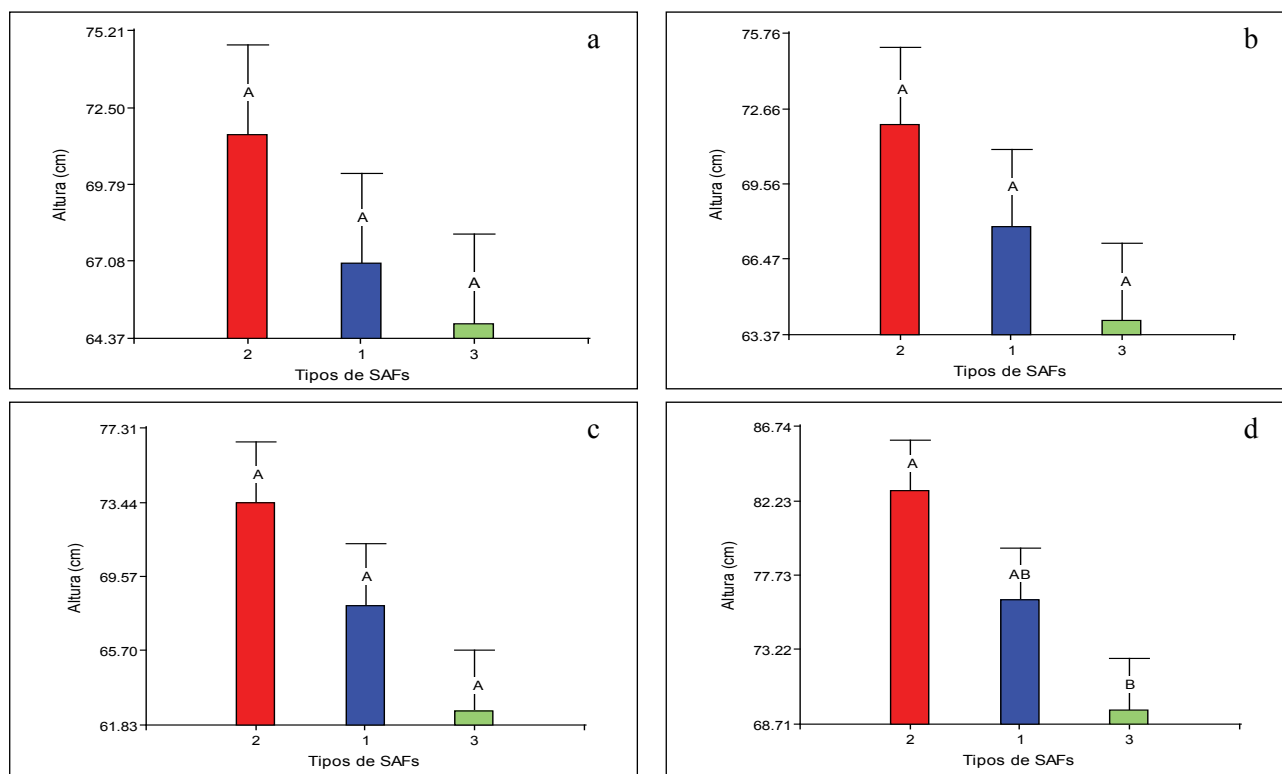


Figura 3. Altura de las plantas de cítricos evaluadas a: a) 30 días, b) 60 días, c) 90 días, d) 120 días de iniciado el ensayo.

Número de hojas de los cítricos

En lo que respecta al número de hojas/planta a 30 días de iniciado el ensayo, muestran diferencias significativas para el tratamiento T2 con 70.73 hojas/planta ($p=0.0422<0.05$, $CV=44.93\%$), luego el T3 (61.40 hojas/planta) y T1 (45.60 hojas/planta). A 60 días, continúan las diferencias significativas ($p=0.0296<0.05$, $CV=67.62\%$), con el T2 (70.20 hojas/planta) que fue superior al T3 (64.33 hojas/planta) y al T1 (34.33). La misma tendencia se mantiene al llegar a 90 días continuando el T2 (86.60 hojas/planta) con el mayor valor en relación a T3 (75.47hojas/planta) y T1 (34.87 hojas/planta) ($p=0.0016<0.05$, $CV=58.67\%$), Sin embargo a 120 días, las diferencias ya no son significativas ($p=0.3123>0.05$, $CV= 91.57\%$). En todo el proceso de la evaluación el T2 y el T3 incrementaron igual

número de hojas (72 hojas/planta), seguido por el T1 con 39 hojas/planta (Fig. 4).

Daño ocasionado por plagas y enfermedades en parcela experimental de SAFs

A 45 días de iniciado el trabajo no se muestran diferencias significativas en el daño ocasionado por plagas en los tratamientos ($p=0.11>0.05$, $CV=47.27$), tampoco a los 105 días ($p=0.06>0.05$). En general el daño no se aproxima al nivel 2 que significa “daño leve”. A los 45 días, respecto a las enfermedades, tampoco existen diferencias significativas ($p=0.45>0.05$, $CV=5154$), pero si a los 105 días ($p=0.01<0.05$, $CV=43.93$), donde las cítricos del tratamiento T3 sobrepasaron al nivel dos “daño leve” (Fig. 5).

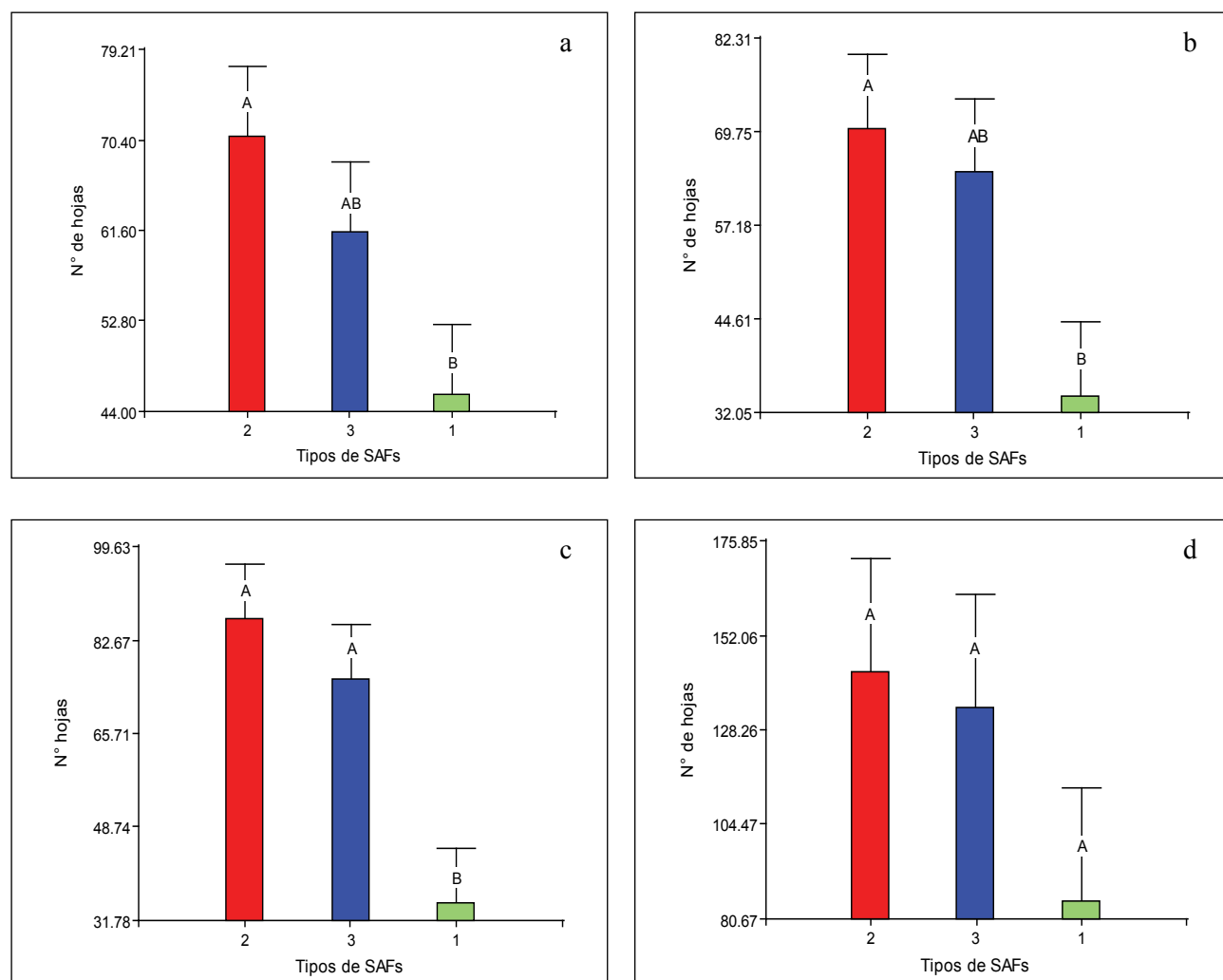


Figura 4. Número de hojas/planta de cítricos: a) 30 días, b) 60 días, c) a90 días, y d) 120 días de iniciado el trabajo.

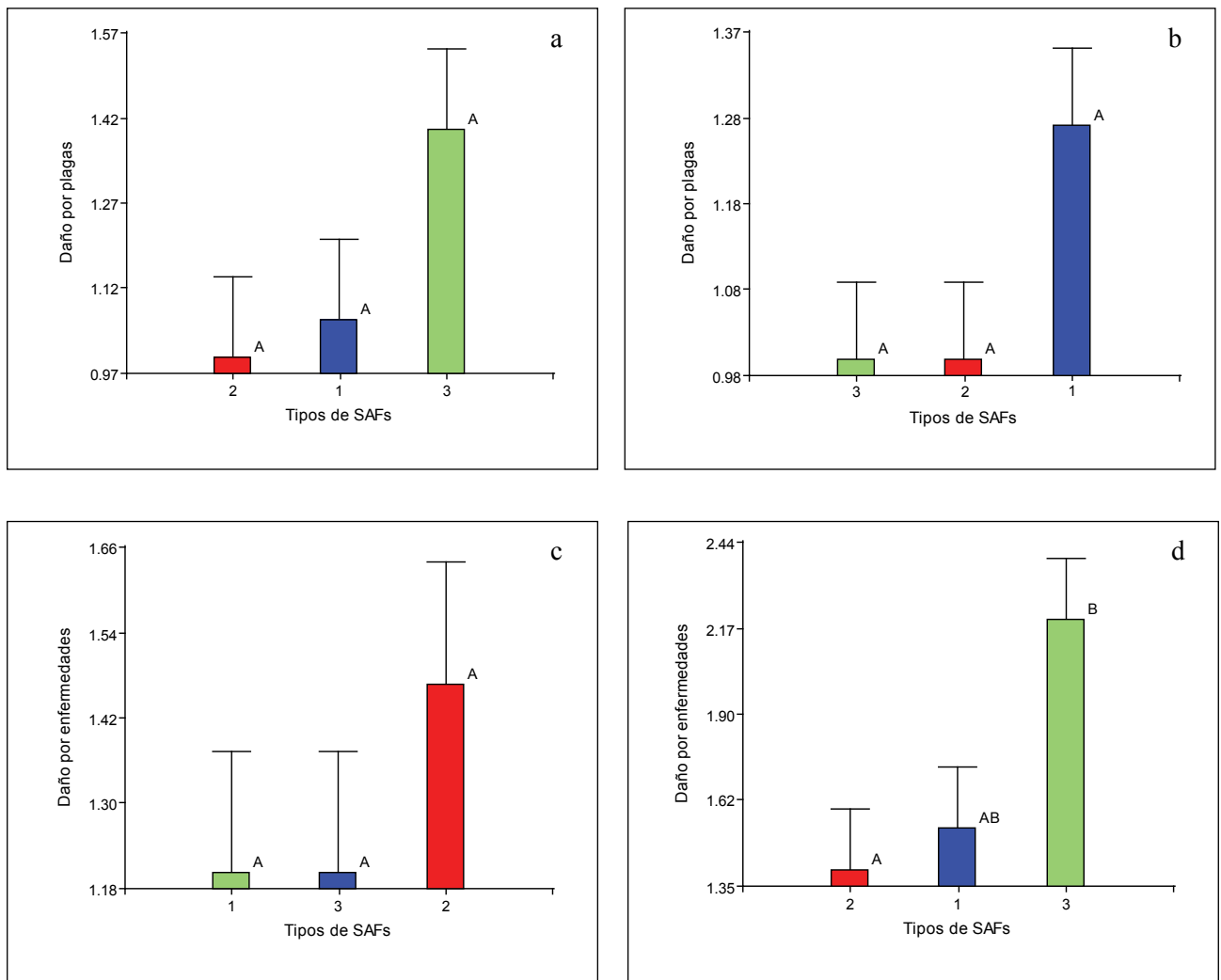


Figura 5. Daño ocasionado por: a) plagas a los 45 días, b) Plagas a los 105 días, c) enfermedades a los 45 días, d) enfermedades a los 105 días de la evaluación.

Altura de las especies forestales acompañantes en el SAFs

Después de 30 días, se registraron diferencias significativas en el tamaño de las especies forestales establecidos como especies acompañantes en los núcleos sucesionales ($p=0.0020<0.05$, $CV=49.62\%$), siendo *Tipuana tipu* la que presenta el mayor valor con 85.14 cm, seguido por *Cedrela lilloi* (59.00 cm), *Tabebuia lapacho* (33.50 cm) y por último *Myroxylon peruiferum* (13.33 cm) (Tabla 15). La misma tendencia significativa se mantuvo hasta los 60 días ($p=0.0018<0.05$, $CV=48.85\%$), con *T. tipu* primero (85.71 cm), seguido de *C. lilloi* (59.50 cm), *T. lapacho* (34.00 cm) y por último *M. peruiferum* (13.33 cm). Después de 90 días, aún se observan diferencias

significativas ($p=0.0027<0.05$, $CV=49.05\%$), donde *T. tipu* incrementó mayor altura en relación a las otras especies forestales (85.86 cm), *C. lilloi* (59.50 cm), *Tabebuia lapacho* (35.38 cm) y *M. peruiferum* (15.00). Finalmente al final de la evaluación (120 días), continuó las diferencias significativas ($p=0.0036<0.05$, $CV=47.68\%$), *T. tipu* (89.43 cm), *C. lilloi* (62.00 cm), *Tabebuia lapacho* (38.50 cm) y *M. peruiferum* (19.00 cm) como se observa en la Figura 6. Considerando el incremento en tamaño de los forestales, estos tuvieron un crecimiento mínimo durante los 120 días de evaluación, donde la mayor diferencias en crecimiento promedio fueron para *M. peruiferum* (5.67 cm), luego *Tabebuia* sp. (5 cm), *T. tipu* (4.29 cm) y *C. lilloi* (3 cm).

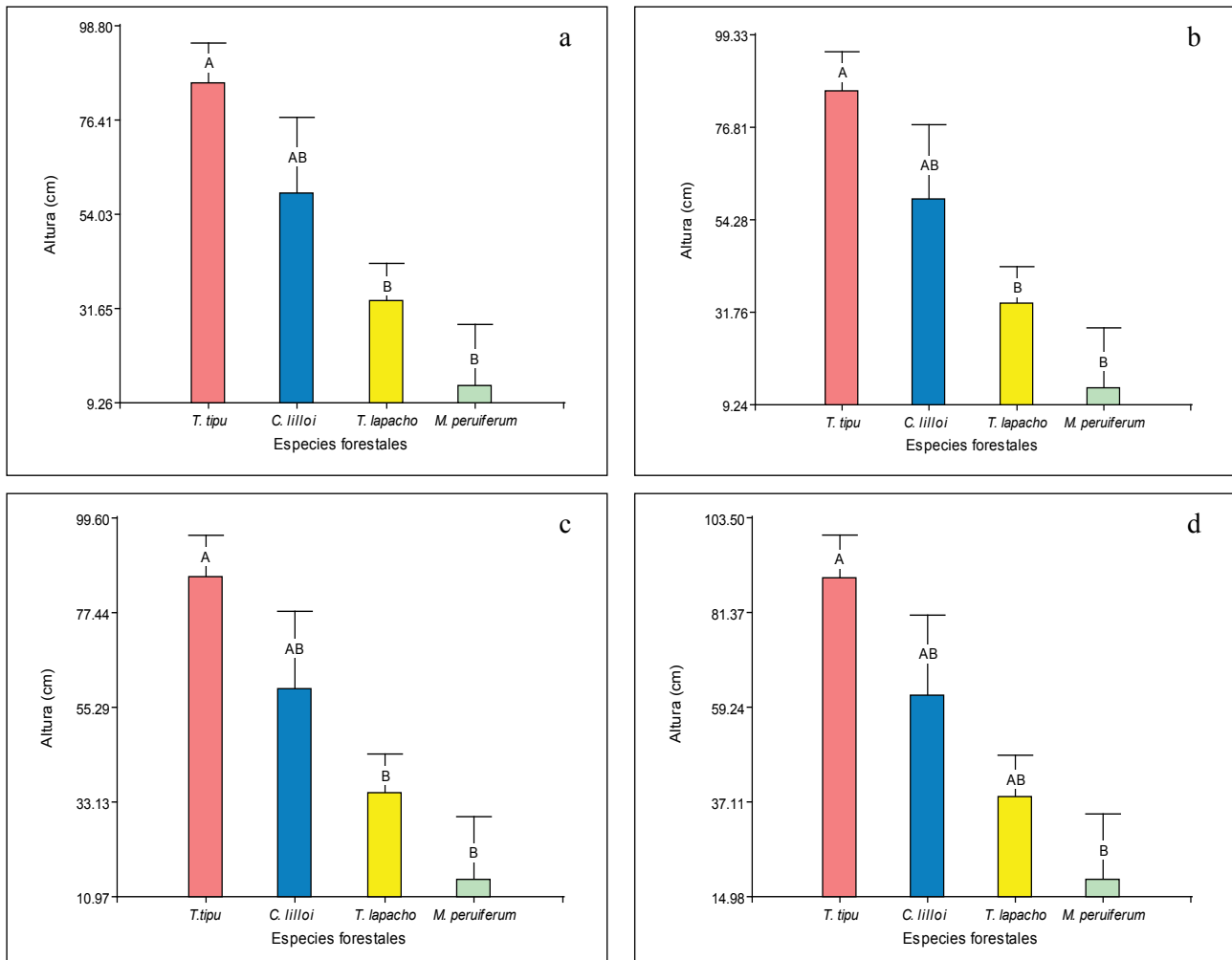


Figura 6. Altura de las plantas de especies forestales: a) 30 días, b) 60 días, c) 90 días y d) 120 días después del trasplante.

Número de hojas en las especies forestales

La especie que registró mayor número de hojas por planta a los 30 días fue la *T. tipu* (355.43), seguido por *M. peruiiferum* (124.00), *C. lilloi* con (62.00) y por último *Tabebuia lapacho* (51.50), pero esas diferencias no fueron significativas ($p=0.0792>0.05$, $CV=127.61\%$). A los 60 días, aunque se dio la defoliación en todas las especies forestales, *Tipuana tipu* (331.71) continuó con la mayor cantidad de hojas, luego *M. peruiiferum* (122.67), cedro (69.50) y *Tabebuia lapacho* (31.25), con diferencias estadísticas no significativas ($p=0.0529>0.05$, $CV=126.11\%$).

A partir de los 90 días, las diferencias en el número de hojas fueron significativas ($p=0.0418<0.05$, $CV=134.30\%$), con la *T. tipu* primero (324.00), seguido por *M. peruiiferum* (111.67), *C. lilloi* (65.00) y *Tabebuia sp.* (14.00). De forma similar se

registró el mismo comportamiento de las plantas a los 120 días, con *T. tipu* primero (330.71), seguido por *M. peruiiferum* (115.33), *C. lilloi* (69.00) y por último *Tabebuia sp.* (20.13), siendo significativas las diferencias entre especies ($p=0.0436<0.05$, $CV=130.48\%$). Durante los 120 días de evaluación, el único que incremento el número de hojas por planta fue el *C. lilloi* (7), *M. peruiiferum*, *T. tipu* y *Tabebuia lapacho* perdieron sus hojas (Fig. 7).

Biomasa incorporada al suelo

El cultivo acompañante en los núcleos SAFs, que incorporó mayor biomasa al suelo fue *C. ensiformis* con 6.10 kg/0.8 m² que marco diferencias altamente significativas ($p=0.0001<0.05$, $CV=129.75$) en relación a *Z. mays* (1.89 Kg), *C. cajan* (1.53) y *R. communis* (1.28). Agrupando los cuatro cultivos, significa un aporte de biomasa total de 10.80 kg por 0.8 m² (Fig.8).

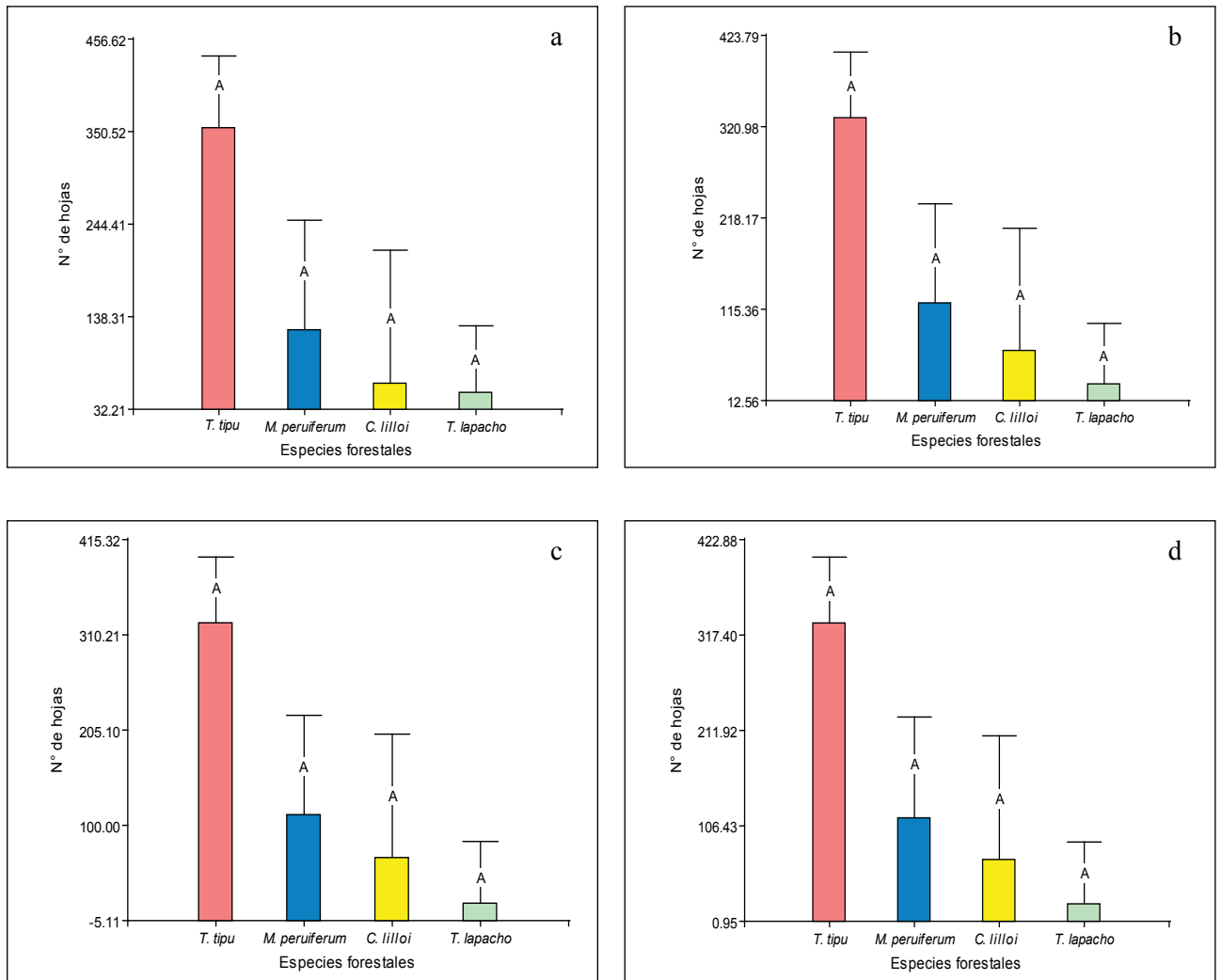


Figura 7. Número de hojas de plantas forestales: a) 30 días, b) 60 días, c) 90 días y d) 120 días después del trasplante.

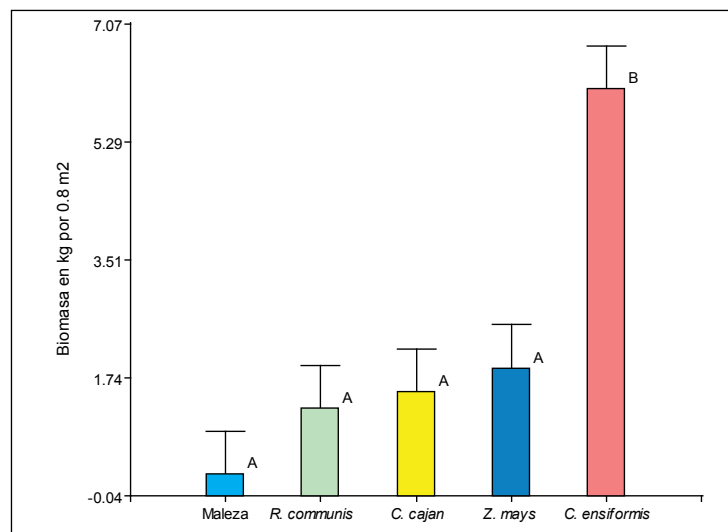


Figura 8. Incorporación de biomasa de las especies acompañantes kg/0.80 m² en los sistemas SAF en núcleos.

Discusión

Durante la evaluación no se registró diferencias significativas en el crecimiento de las plantas de cítricos, entre aquellas que tenían a los cultivos acompañantes en el diseño (T1=núcleos de 1 año) y las que no lo tenían (T2=sin núcleos), es decir que estos no interfieren significativamente en el desarrollo de los cítricos. Sin embargo, en los cítricos donde los acompañantes recién fueron establecidos, se encontró que a los 120 días crecen menos en relación a los dos tratamientos anteriores; probablemente a esta edad si se presente una interferencia de las especies acompañantes por la necesidad de *C. cajan* y *R. communis* de concentrar mayor reserva de nutrientes al ingresar a la estación de invierno.

Lo anterior no sucedió con el T1 que tiene la misma densidad de acompañantes, pero estas especies provienen del año anterior, y más bien su interferencia probablemente la estén manifestando a los 60 y 90 días, donde los cítricos del T1 tienen menor número de hojas que en los otros dos tratamientos y coincide con la etapa en que los rebrotes de *C. cajan* y el *R. communis* entran a floración y fructificación. Esto coincide con lo indicado por Milz (1998), que indica que una planta acompañante al llegar a florecer reduce el crecimiento y disminuye la dinámica natural del cultivo, pudiendo reprimir al cultivo principal. Sin embargo, esta condición desaparece con la incorporación al suelo de biomasa de la misma especie por la poda o caída natural de hojas y ramillas al final de su ciclo vegetativo de la planta acompañante. Posteriormente el cultivo principal toma un impulso en el crecimiento hasta que otra planta presente la condición anterior.

De este análisis remarcamos que los sistemas agroforestales sucesionales son una alternativa para la recuperación de suelos de áreas degradadas, generalmente abandonadas después de tres a cuatro periodos continuos de producción agrícola, sometidas al pastoreo intensivo de la vegetación secundaria que continua después del periodo de abandono de estas áreas. Al permitir la incorporación continua de biomasa al suelo, se mejora las propiedades biológicas y físico químicas del suelo, estos atributos también son una ventaja para los sistemas agroforestales sucesionales o multiestratos (Quelca 2005, Altieri 2011). Siendo indispensable la organización de las especies acompañantes en diferentes ciclos de vida, de

tal forma que una tras otra vayan sucediéndose en la provisión de biomasa al suelo (Ortiz 2013). Así mismo la presencia de plagas y enfermedades se mantiene en condiciones controlables, despejándose algunas dudas sobre de que los policultivos incrementan la presencia de plagas y enfermedades como lo afirman Beer (1993) y Vilela et al. (2007).

El crecimiento en tamaño de los forestales (acompañantes de los cítricos) durante los 120 días de evaluación fue mínimo, influenciado por el estrés de la plantación a campo definitivo lo cual se ve reflejado en el número de hojas por planta, que en el caso de *T. tipu* hasta los 90 días continua defoliándose y recién a los 120 días registró un incremento en el cantidad de hojas, lo mismo suceda con *M. peruiiferum* y el *Tabebuia lapacho*. La especie *C. lilloi* a los 60 días incrementó el número de hojas, pierde a los 90 y a los 120 días tiene hojas nuevas. La coherencia entre las tasas de crecimiento (acorde con la altura y la biomasa) es un aspecto que ha sido señalado en investigaciones similares (García 2007, Medina 2010). De donde se infiere que probablemente esto se deba a que el ecosistema todavía no tiene condiciones para incorporar especies primarias, por lo que se necesite un mayor repoblamiento de plantas secundarias en todo el espacio que acompañen el crecimiento de los forestales.

Conclusiones

Los cultivos acompañantes interfieren estacionalmente en el desarrollo del cultivo principal de naranjo dulce (*Citrus sinensis*) reprimiendo el tamaño y el número de hojas de las plantas, siendo indispensable el seguimiento permanente para identificar el momento apropiado y corregir esas interferencias con podas selectivas.

La integración de especies forestales al cultivo de cítricos es beneficioso, *T. tipu*, *C. lilloi*, *Tabebuia* sp, *M. peruiiferum* proporcionan madera, leña, sombra y otros servicios. Sin embargo, es necesario identificar el momento apropiado de recuperación del ecosistema, para que desarrollen sin dificultades, y evitar posible desánimo en los agricultores para su incorporación a sus sistemas agrícolas.

Los sistemas agroforestales sucesionales son una alternativa para la recuperación productiva de espacios agrícolas degradados. Los cultivos acompañantes

C. ensiformis, *C. cajan* y *R. communis* y con podas selectivas el en momento apropiado no interfieren con el desarrollo del cultivo principal, más bien recuperan la fertilidad del suelo por la biomasa incorporada al suelo y además los niveles de plagas y enfermedades se mantienen en condiciones controlables.

Agradecimientos

Los autores desean agradecer a la gestión del Gobierno Autónomo del Municipio de Monteagudo representado en la persona del Lic. Ricardo Zárate e Ing. Walter Herrera, y la dirigencia de la comunidad del Zapallar (2013-2014) por ceder gentilmente sus terrenos comunales para las plantaciones cítricas y la obtención de información para el desarrollo del presente trabajo.

Referencias

- Altieri, M. 1999. Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable. Consorcio Latinoamericano de Agroecología, Editorial Nordan comunidad. S.I. La Habana, cubana.
- Beer, J. 1993. Ventajas, desventajas y características deseables en los arboles de sombra para café, cacao y te. En Phillips M (Ed.). Sombras y cultivos asociados con cacao. Seminario Regional. Turrialba, Costa Rica.
- Cerezo, E. 2011. Estudio Socioeconómico productivo. En: Plan de manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Iñaño. SERNAP. Bolivia.
- Cochran, W.G. 1982. Técnicas de muestreo. México: Compañía Editorial Continental, 1982. 513.
- García, D.E. 2007. Consideraciones en la evaluación del patrón de crecimiento y distribución de biomasa de leguminosas arbóreas en Trujillo, Venezuela. Manual Técnico. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, estado Trujillo, Venezuela. 10.
- Götsch, E., J. Milz, & W. Yana. 2001. Guía para el establecimiento de sistemas agroforestales multiestrato.
- Götsch, E. & J. Milz. 1997. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales modificado.
- INE. 2011. Instituto Nacional de Estadística. Gobierno Plurinacional de Bolivia. Anuario estadístico.
- Jiménez, M. H. & S. Barja. 2013. Producción de maíz en Sistemas Agroforestales Sucesionales. Área Agroforestería. BEISA 3. Serie 1. No. 1. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad San Francisco Xavier de Chuquisaca. Sucre, Bolivia.
- Mallea, I. 2010. Situación actual y prioridades básicas de la seguridad alimentaria nutricional en Bolivia. *CienciAgro*, Vol.2 Nr.1. 237-252.
- Medina, M. G. 2010. Evaluación en viveros de especies con potencial para sistemas agroforestales en el estado de Trujillo, Venezuela. *Rev. Fac. Agron. (Luz)*. 27:232.
- Montgomery, D.C. 1981. Design and analysis of experiments. 2nd ed. London: John Wiley & Sons. 535.
- Milz, J. 1998. Guía para el Establecimiento de Sistemas Agroforestales. Servicio Alemán de Cooperación Social Técnica, La Paz Bolivia.
- Ministerio de Desarrollo Rural, Agropecuario y Medio Ambiente (MDRAyMA). 2008. Política de Seguridad y Soberanía Alimentaria. La Paz, Bolivia.
- Ortiz, A. 2014. Evaluación del establecimiento de naranja (*Citrus sinensis*) En núcleos sucesionales agroforestales, comunidad San Pedro del Zapallar - Monteagudo, Provincia Villa Vaca Guzmán del Dpto. Chuquisaca. Tesis de grado para optar el título de Ingeniero Agroforestal. Universidad Mayor, Real Y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA3. Chuquisaca. 114.
- Plan de Desarrollo Municipal (PDM). 2012-2016. Gobierno Municipal de Monteagudo. Primera Sección – Provincia Hernando Siles, Monteagudo.
- PROBIOMA. 2009. Manual de manejo ecológico de plagas, métodos de producción ecológica y control biológico Santa Cruz, Bolivia.
- Quelca, A. 2005. Percepciones y valoración de los productos cacaoteros del Alto Beni sobre el Sistema Agroforestal Sucesional multiestrato, UMSA, Facultad Agronómica, La Paz, Bolivia.
- Sheriff, R. 2014. Primer informe de pasantía. Estudiante en Bordeaux Sciences Agro, Francia. Comparación de dos parcelas con cítricos en sistemas agroforestales con sucesiones vegetales en la comunidad de San Pedro del Zapallar, Monteagudo BEISA 3. USFX.

Vilela, M., C.A. Leite, M.Barreto,J.C. Barbosa, F.M.Rossi. 2007. Dimensionamento de amostras para monitoramento do ácaro da leprose *Brevipalpus phoenicis* (Geijskes, 1939) em citros. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, Vol (29) 3.

Yágodin, B.A.1982. Propiedades del suelo en relación con la nutrición de las plantas y la aplicación de fertilizantes. En: Agroquímica (I Parte). Editorial Mir, Moscú. 416.

Oferta de forrajeras en áreas cerradas al pastoreo en ecosistemas en la comunidad de Iripiti, Municipio Villa Vaca Guzmán

Forage offering in closed grazing areas in the Chaco ecosystem in the community of Iripiti, Villa Vaca Guzman Municipality.

Delia Vargas Ochoa^{1*} & Edwin Portal¹

¹ Proyecto BEISA 3. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Casilla postal 1046, Calle Calvo N° 132, Sucre- Bolivia.

*vdelia56@hotmail.com

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo, evaluar la biomasa forrajera en áreas cerradas al pastoreo en condiciones de carga animal controlada y la disponibilidad de forraje en el bosque nativo que sustenta la producción ganadera en la comunidad de Iripiti en el Municipio de Villa vaca Guzmán. El estudio se realizó en cuatro fincas ganaderas, en cerramientos de una hectárea cada una. Se aplicó transectos de 0.1 ha para la evaluación dentro de las áreas cerradas, la cobertura del estrato herbáceo y arbustivo y la producción de biomasa antes y después del pastoreo. La producción de biomasa vegetal antes del pastoreo fue diferente ($p < 0.001$, $\alpha = 0.05$) entre las categorías excelente forrajera (688 kg/ha), forrajera (345.06 kg/ha), poco forrajera (51.63 kg/ha) y no forrajeras (592.69 kg/ha). El pastoreo redujo la biomasa vegetal en las tres categorías: excelente (83.81 kg/ha), forrajera (73.62 kg/ha), poco forrajera (11.69 kg/ha), y en la categoría no forrajera la producción de biomasa vegetal también fue menor (219.50 kg/ha). El sistema de pastoreo controlado en áreas cerradas, es la mejor vía para promover el proceso de regeneración de las especies nativas y conservar la cobertura de la vegetación en todos sus estratos del bosque nativo de la región Chaqueña.

Palabras claves: Bosque Nativo, forrajeras nativas, ganado, pastoreo, Muyupampa.

Abstract

The present work had as an objective to evaluate the forage biomass in closed grazing areas with controlled animal load conditions and availability of forage in the native forest that supports cattle production on the community of Iripiti, Villa Vaca Guzman Municipality. The study was realized in four cattle ranches, in individual enclosures of one hectare each. The 0.1 ha transect method was applied for the evaluation within and outside the closed areas, of the cover of the herbaceous and shrub layer and the biomass production before and after grazing. The vegetation biomass production before grazing was different ($P < 0.001$, $\alpha = 0.05$), between the categories of excellent forage (688 kg/ha), medium (345.06 kg/ha), and poor (51.63 kg/ha) and no forage (592.69 kg/ha). Grazing reduced the vegetation biomass in the three categories: excellent (83.81 kg/ha), medium (73.62 kg/ha), poor (11.69 kg/ha), and in the category of no forage the vegetation biomass production was less (219.50 kg/ha). The controlled foraging system in closed areas is the best way to promote the process of regeneration of native species and conserve vegetation cover in all its strata in native forest of the Chaqueña region.

Key words: Cattle, grazing, native forest, native forage, Muyupampa.

Introducción

La ganadería es la actividad productiva tradicional en Bolivia, donde en su forma extensiva se basa en el pastoreo y ramoneo de la vegetación natural, que ha representado uno de los componentes más estables de la economía boliviana (MDS-VRNMA 2005). El pastoreo de especies forrajeras para la alimentación animal es una práctica común en los bosques naturales (Terán 1995), que sin embargo, recientemente ha cobrado mayor atención debido a la creciente necesidad de buscar alternativas locales, que reduzcan la dependencia del bosque nativo y minimicen daños sobre los recursos naturales (Staley et al. 2008). Los estudios realizados por Vera (2001) indica que las pasturas nativas en América Latina y el Caribe están en general, sujetas a rápidos y drásticos cambios. Por ejemplo, el proceso denominado de agro-culturización ha afectado a la zona subtropical de Bolivia, ampliando la frontera agrícola con pastos cultivados y sin realizar labores culturales necesarias para la mantención en el tiempo de estas praderas.

Las especies forrajeras nativas tienen un papel preponderante en la alimentación animal, debido a su naturaleza multipropósito y amplio margen de adaptación a climas y suelos. La crianza de ganado vacuno es una de las actividades económicas de importancia que se dedican las familias del Chaco (Joaquín 1994, 2001), siendo la forma predominante el pastoreo extensivo. Este tipo de crianza sin ningún tipo de control se constituye en una amenaza para la dinámica del bosque sobre todo para la regeneración natural. Asimismo la presencia de las forrajeras más palatables en determinados lugares, ocasionan que el ganado frecuente sólo estas áreas aumentando el riesgo de extinción para estas plantas. Aunque existe un potencial limitado para el aprovechamiento forestal y la ganadería, sin embargo en el Chaco éstas son las principales actividades económicas de la región (Pattie & Ferry 1999).

El pastoreo continuo y sin control de la carga animal sobre las forrajeras de mayor calidad, conduce a la virtual desaparición de las mismas por la permanente reducción de la superficie foliar por el pastoreo, o el ramoneo de las especies leñosas, disminuye la eficiencia fotosintética, o sea la captación de energía lumínica y transformación en energía química, debilitando rápidamente la planta (Saravia 1996). Según Zarate (2010), los principales

problemas que ocasionan el ganado en los montes nativos son: 1) la muerte de árboles jóvenes a causa del ramoneo, 2) problemas de regeneración, 3) cambios en la biodiversidad en casos de sobre pastoreo con extinción de especies vegetales, 4) destrucción de la vegetación debido a la concentración del ganado en áreas pequeñas a causa de fuentes de agua, 5) empleo excesivo de pastos naturales sin ninguna mejoría o control de carga animal.

El objetivo de la investigación fue evaluar la biomasa vegetal de hierbas y arbustos clasificados en categorías forrajeras, bajo efecto de la técnica de pastoreo controlado en el bosque nativo, mediante la identificación de las especies palatables en función a la preferencia del ganado, y brindar información que permita mejorar el manejo del pastoreo y la carga animal en los bosques de la comunidad de Iripiti en el Chaco de Chuquisaca.

Materiales y métodos

Descripción del área de estudio

La investigación se efectuó en el Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado de la Serranía del Iñaño, en la provincia Luis Calvo, Cantón Ticucha comunidad de Iripiti, ubicada a 120 km de distancia aproximadamente desde el centro poblado de Muyupampa. Limita al norte con la comunidad de las Frías, sur con la propiedad de Pacifico Villa Gómez y la comunidad Yuqui; al este con Ñancahuazu, y al oeste con la serranía de Yawañanca. El clima tiene temperatura media de 17°C, las lluvias varían de 625 mm hasta 1100 mm, se encuentra en las coordenadas geográficas de 19°54'30" LS, y 63°45'12" LW, a una altitud de 1120 m (SERNAP 2011).

La principal actividad para la subsistencia familiar es la agricultura con el cultivo de maíz, maní, ají, y la ganadería bovina con la cría extensiva, que en su generalidad es de la raza criolla. La base de la alimentación del ganado son las especies forrajeras del monte natural basada en el ramoneo. En promedio las vacas producen un ternero cada dos años y la producción de leche es baja (PDM 2001). Pocos productores llevan un registro de su hato con información de datos sanitarios y reproducción, entonces no tienen respaldo para la toma de decisiones para desarrollar la ganadería empresarial.

Diseño experimental y muestreo

El estudio se realizó en cuatro fincas ganaderas de productores de la región que se vincularon a las actividades del proyecto; en cada finca se efectuó cerramientos de una hectárea (10 000 m²). En cada cerramiento se instaló cuatro transectos de 50 m x 20 m (1000 m²), divididos en su parcela de 10 m x 10 m (Fig. 1). Las parcelas experimentales, se establecieron a finales del verano 2013, junto con los productores.

El muestreo de biomasa se realizó en cada subparcela de todos los transectos, en un cuadrante de 1 m x 1 m, siguiendo procedimientos descritos en Mostacedo & Fredericksen (2000) y Fonseca et al (2009), en puntos seleccionados al azar, considerando que no estén muy próximos al borde de las subparcelas y se procedió a determinar el peso (kg) de la muestra, mediante el corte al ras del suelo de todas las hierbas y arbustos de hasta 2 m de altura (se consideró la altura susceptible de ramoneo y ramillas que pueden caer al romperse las ramas). Para las evaluaciones después del pastoreo, anticipadamente se seleccionó y se marcó de forma sistemática otro cuadrante de 1 m² dentro de la misma subparcela, con características similares en vegetación para ser evaluada después del pastoreo. Y finalmente en base a la biomasa consumida por el ganado bovino, se determinó la carga animal.

Manejo controlado del ganado en áreas cerradas al pastoreo en bosques nativos

El pastoreo y ramoneo, se realizó tomando en cuenta los criterios de los productores con 15 vacas criollas adultas entre hembras y machos de raza criolla, durante tres días consecutivos en cada cerramiento, con una presión de pastoreo de 350 a 400 kg de peso vivo/ha, estos cerramientos fueron controlados con el cerco eléctrico instalados en todas las parcelas.

Selección de especies forrajeras en las unidades experimentales

Para determinar la composición botánica de la flora forrajera en el bosque seco y en función a la diversidad de la cubierta vegetal, se realizó la identificación de las especies en función a la preferencia del ganado bovino (excelente forrajera, forrajera, poco forrajera y no forrajera), tomando toda la superficie de 40 000 m² (cuatro cerramientos), mediante la observación directa y la verificación de las especies vegetales consumidas por el ganado. De acuerdo a lo propuesto por Muller Dumbois y ElleMBERG (1974), para las plantas leñosas presentes en el área de bosque se estimó la densidad relativa como el número de individuos de una especie sobre la totalidad de individuos para todas las especies.

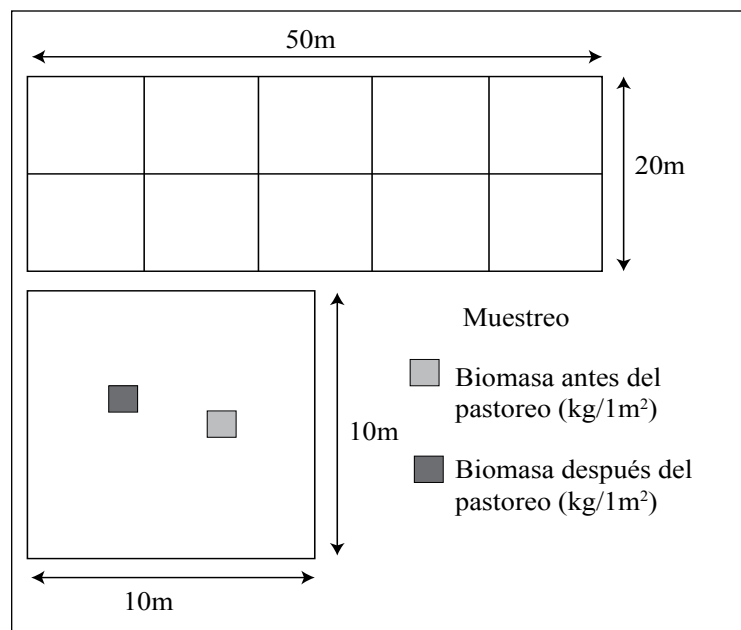


Figura 1. Croquis de los transectos y subparcelas para la evaluación de la biomasa forrajera.

Resultados

En los cerramientos la producción total de biomasa disponible del bosque nativo antes del pastoreo, considerando la categoría excelente forrajera y forrajera fue de 1 033.06 kg/ha (materia verde) y la biomasa consumida por el ganado fue 875.62 kg/ha (materia verde). La producción de biomasa vegetal por categoría forrajera, alcanzó los siguientes resultados, excelente forrajera 688 kg/ha, forrajera 345.06 kg/ha, poco forrajera 51.63 kg/ha y no forrajera 592.69 kg/ha. La biomasa vegetal después del pastoreo, para la categoría excelente forrajera fue de 83.81 kg/ha, en forrajera 73.62 kg/ha, poco forrajera 11.69 kg/ha y no forrajera 219.50 kg/ha (Fig. 2).

Biomasa forrajera por familia

Las familias con mayor biomasa por categoría forrajera, antes del pastoreo para el grupo de excelentes forrajeras fueron: Commelinaceae, Poaceae, Acanthaceae, Violaceae y Amaranthaceae, dentro de estas familias las especies más representativas fueron *Justicia vernalis*, *Ichnanthus tenuis*, *Hybanthus oppositifolius*, *Arrabidea selloi*. En la categoría forrajera Asteraceae, Sapindaceae, Myrtaceae, Rubiaceae y Pteridaceae, entre las especies más representativas estuvieron *Barnadesia corymbosa*, *Calycophyllum multiflorum* y otras que no fueron determinadas. Para la categoría poco forrajera las familias Myrtaceae, Meliaceae,

Commelinaceae, Asteraceae y Nictaginaceae fueron las más importantes, con especie representativas como *Eugenia involucrata*, *Trichilia elegans*, *Dorstenia brasiliensis* y *Tecoma stans*. Y en la categoría no forrajera las familias representativas fueron Hippocrateaceae, Sapindaceae, Bignoniaceae, Apocynaceae, Solanaceae y Asteraceae, las especies importantes fueron *Pristimera andina* y *Brunfelsia australis* (Tabla 1).

Después del pastoreo, las familias con mayor biomasa en la categoría excelente forrajera fueron Acanthaceae, Cannabaceae, Bignoniaceae, Amaranthaceae y Fabaceae, con especies como *Justicia vernalis*, *Celtis pubescens*, *Ichnanthus tenuis*, *Hybanthus oppositifolius*, *Desmodium neomexicanum*, *Pizonia zapallo*, *Hebanthe occidentalis*, *Senegalia polyphylla* y *Arrabidea selloi*. Para la categoría forrajera Asteraceae, Myrtaceae, Sapindaceae, Flacourtiaceae y Pteridaceae, en este grupo *Barnadesia corymbosa*, *Lophostigma plumosum*, *Azara salicifolia* y *Anemia phyllitidis* se marcan por la mayor preferencia estacional la categoría poco forrajera tiene entre las de mayor valor a Myrtaceae, Commelinaceae, Asteraceae, Verbenaceae y Meliaceae, con especies como *Eugenia involucrata*, *Trichilia claussenii* y *Talinum fruticosum*. Y entre las no forrajeras Hippocrateaceae, Sapindaceae, Apocynaceae, Bignoniaceae, Flacourtiaceae y Solanaceae, con especies como *Pristimera andina* y *Brunfelsia grandiflora*.

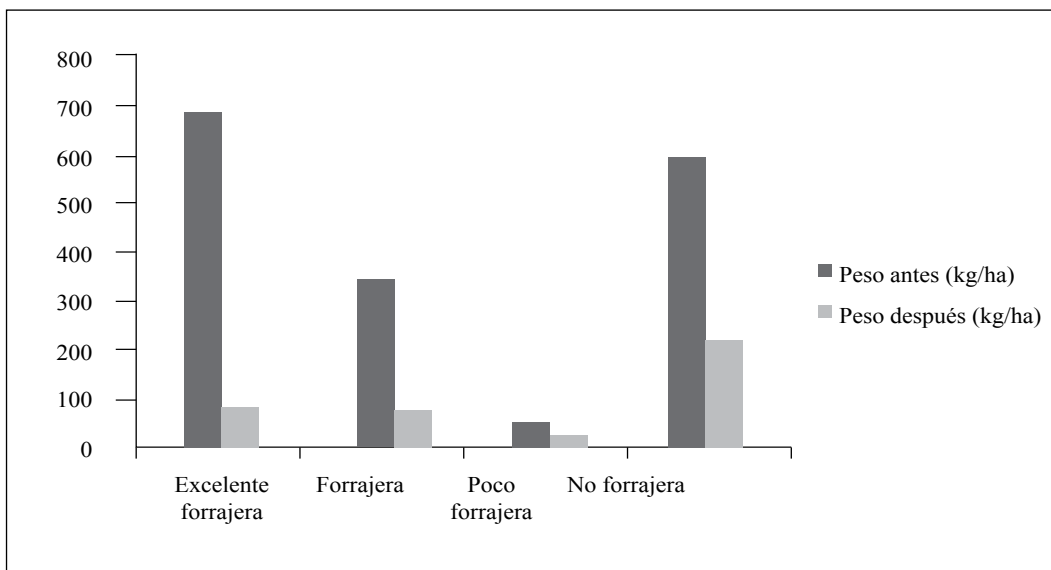


Figura 2. Peso de biomasa vegetal (kg/ha) de acuerdo a las categorías forrajeras, antes y después del pastoreo.

Tabla 1. Cinco primeras familias con mayor biomasa por categoría forrajera antes y después del pastoreo.

Categoría forrajera	Familia	Peso (kg/ha) antes	Categoría forrajera	Familia	Peso (kg/ha) después
Excelente forrajera	Commelinaceae	178.80	Excelente forrajera	Acanthaceae	8.19
	Poaceae	133.70		Cannabaceae	5.94
	Acanthaceae	111.10		Bignoniaceae	5.88
	Violaceae	67.40		Amaranthaceae	5.00
	Amaranthaceae	42.20		Fabaceae	4.85
Buena forrajera	Asteraceae	254.63	Buena forrajera	Asteraceae	40.25
	Sapindaceae	48.69		Myrtaceae	8.63
	Myrtaceae	13.69		Sapindaceae	6.00
	Rubiaceae	10.63		Flacourtiaceae	2.31
	Pteridaceae	9.13		Pteridaceae	2.19
Pobre forrajera	Myrtaceae	30.44	Pobre forrajera	Myrtaceae	6.63
	Meliaceae	12.75		Commelinaceae	2.94
	Commelinaceae	12.13		Asteraceae	0.76
	Asteraceae	2.31		Verbenaceae	0.44
	Nyctaginaceae	2.06		Meliaceae	0.38
No forrajera	Hippocrateaceae	196.13	No forrajera	Hippocrateaceae	64.88
	Sapindaceae	131.00		Sapindaceae	34.31
	Bignoniaceae	126.25		Apocynaceae	30.94
	Apocynaceae	87.00		Bignoniaceae	32.25
	Solanaceae	40.63		Flacourtiaceae	6.69
	Asteraceae	39.94		Solanaceae	4.38
	Celastraceae	15.19		Asteraceae	4.38

Ganancia y pérdida de biomasa vegetal en los cerramientos, antes y después del pastoreo

Con el manejo del monte nativo en un corto tiempo se logra incrementar la densidad de la vegetación y la cantidad de forraje, dependiendo del estado actual de la vegetación y de su composición florística, el aumento puede ser cuatro veces más que el monte sometido a pastoreo continuo. Después del pastoreo con ganado bovino de manera controlada, la biomasa vegetal bajó considerablemente a causa del pastoreo (Fig. 3), ocasionando pérdida de cobertura vegetal herbácea y arbustiva.

Estimación de la carga animal

Una vaca de 400 kg/peso vivo con o sin becerro, requiere diario 40 kg/materia verde, entonces al año necesita 14 600 kg/materia verde. La productividad de biomasa forrajera que se le ofrece al ganado en la época de invierno es de 875.62 kg/ha/materia verde, en base a esto se determinó que, para mantener una cabeza de ganado (UA) en la época seca, se requiere 16.67 ha de bosque nativo.

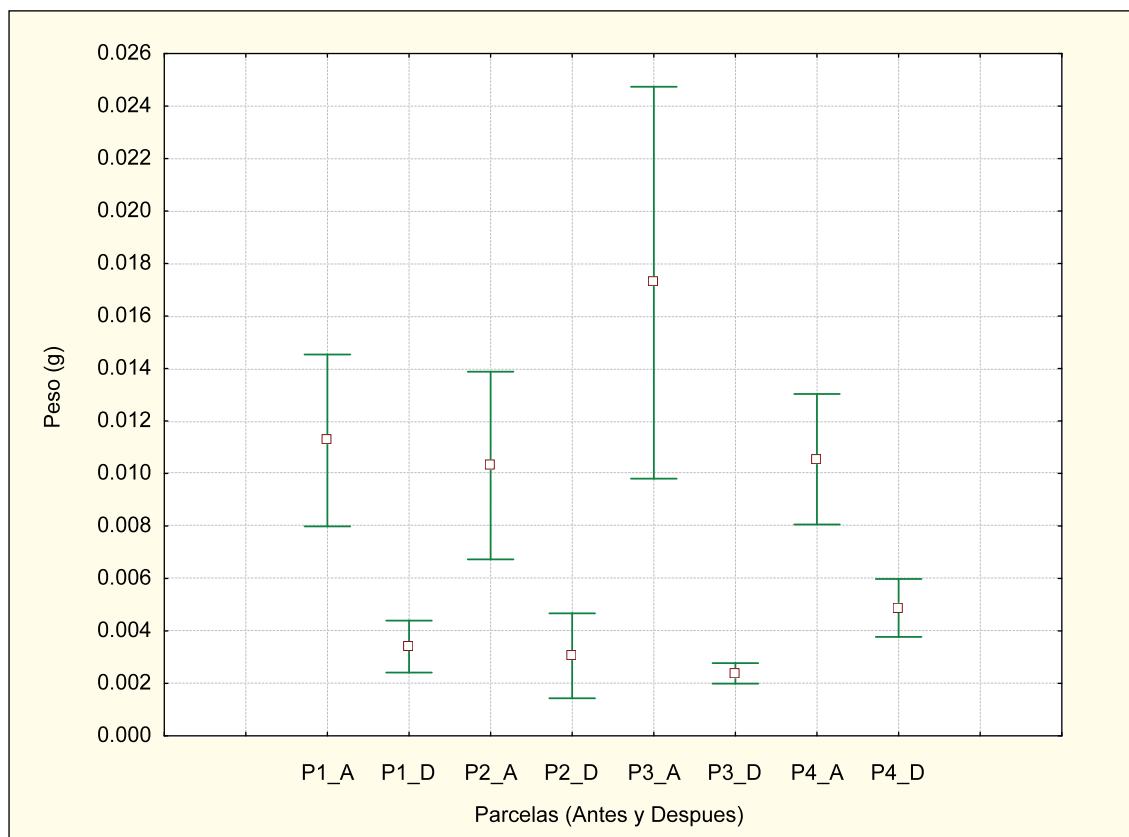


Figura 3. Ganancia y pérdida de biomasa vegetal antes y después del pastoreo.

Discusión

Riqueza florística

La diversidad florística de la franja chaqueña es variable y está compuesta por especies arbóreas, arbustivas y herbáceas, de las cuales más de 150 son de buena aceptabilidad por el ganado (Joaquín & Saravia 1994, Joaquín 1996). Los recursos forrajeros del Chaco son abundantes tanto en el estrato arbóreo, arbustivo como herbáceo. En la clasificación botánica elaborada por la estación experimental de El Salvador (Provincia Luis Calvo Chuquisaca), se encontraron diversas especies, entre las que destacan 11 especies arbóreas de las cuales se consumen sus semillas, frutos, follaje o planta entera), 20 especies arbustivas, 66 especies herbáceas y otras que no son gramíneas alcanzan a más de 50 especies. Quispe (2013) registró para la comunidad de Azero Norte en áreas de pastoreo bovino extensivo 105 especies nativas forrajeras, la familia con mayor patrimonio de especies reportadas como forrajeras

fueron Fabaceae con mayor riqueza de especies (22 especies), seguido de la familia Euphorbiaceae con (14 especies) y Asteraceae que es la familia que tuvo menor riqueza de especies. En este estudio se registró mayor riqueza florística con 74 familias, con 236 especies en las diferentes categorías forrajeras (excelente forrajera, medianamente forrajera, poco forrajera, no forrajera), y de igual manera la familia que predomina fue Fabaceae, que tiene mayor riqueza (28 especies), seguido de la familia Asteraceae (24), Bignoniaceae (13), Sapindaceae (15) y Solanaceae (12), esta composición botánica coincide con los estudios de Serrano (2003) y Carretero (2007), y Coronado (2010), donde ambos estudios corroboran la importancia en número de especies de la familia Fabaceae y principalmente por ser en su mayoría de uso forrajero.

Biomasa

La producción de biomasa forrajera aprovechable que alcanzó la presente investigación (875.62 kg/ha),

fue mayor que en otros sitios con pastoreo continuo (sin manejo), aunque los datos corresponden a materia verde. Tal es el caso que para el Chaco boliviano la producción de biomasa forrajera varía de 140 a 500 kg MS/ha/año (CORDECH 1987), en el sector del pie de monte (Machareti), la biomasa total disponible, para el monte nativo fue de 1 976.50 kg MS/ha y la biomasa forrajera aprovechable 414.4 kg MS/ha; en la transición a la llanura (Boyuibe) en el monte nativo la biomasa forrajera total disponible alcanzó 989.7 kg MS/ha, y para el monte sobrepastoreado 295.8 kg MS/ha y la biomasa forrajera aprovechable fue de 243.1 kg MS/ha y 72.5 kg MS/ha, respectivamente (Rivera 2014). Sin embargo, los pesos de biomasa obtenidos fueron menores comparando con otros sitios con manejo ganadero (monte diferido) en el chaco. En la ecoregión pie de monte, la biomasa forrajera total disponible fue de 2 204.80 kg MS/ha y la biomasa forrajera aprovechable 514.1 kg MS/ha, en la zona de la transición a la llanura chaqueña la biomasa fue de 1 843 kg MS/ha, y la biomasa forrajera aprovechable 529.4 kg MS/ha (Rivera 2014).

La carga animal que se recomienda para la comunidad de Iripiti y sitios con características similares es de 16.67 ha/UA. El número de hectáreas para la zona de estudio fue mayor por unidad animal, no coincidiendo con sitios con manejo, considerando la biomasa aprovechable el monte diferido fue 8.51 ha/UA y 10.56 ha/UA en pie de monte. En la ecoregión transición a Llanura, para el monte diferido fue 8.3 ha/UA, y monte nativo 18.2 ha/UA y para el monte sobrepastoreado fue 60.4 ha/UA (Joaquín 2001 & Rivera 2014). La información obtenida indica que la carga animal en la ecoregión Subandino es de 8 a 15 ha/UA y en la ecoregión del Bosque Seco Chiquitano de 7 ha/UA, 15 a 18 ha/UA (Guillen et al. 2002, Machaca 2008, Vides-Almonacid et al. 2007)

Estas diferencias se dan posiblemente por los diferentes métodos usados en la evaluación, la época de evaluación y el tipo de vegetación. En este caso para la determinación de la producción de biomasa y carga animal, se consideró a especies herbáceas y arbustivas de hasta 2 m de altura de ramoneo, quedando al margen las especies mayores a esta altura, que estas de alguna manera aportan en la dieta del ganado bovino, como ser hojas defoliadas y frutos dispersos disponibles para el ganado bovino.

Conclusiones

Los cerramientos incrementaron la producción de biomasa vegetal, después de un año y cinco meses sin pastoreo, alcanzando 875.62 kg/ha de materia verde en época seca y se determinó que, para pastorear con una unidad animal de 400 kg de peso vivo requiere 16.67 ha.

Queda demostrado que los cerramientos al pastoreo son la vía recomendable para desarrollar un proceso gradual de recuperación del potencial forrajero del monte nativo chaqueño. El proceso de recuperación del potencial productivo, está definido por el aumento de la cobertura herbácea, arbustiva y arbórea, que es producto del proceso de regeneración y mayor desarrollo individual de las especies forrajeras.

Agradecimientos

Expresar mi gratitud a Juan Vargas, Arcil Villalba, Emiliano Vargas y Eligio Mendoza por permitir realizar el presente estudio en sus respectivos establecimientos. Al Ing. Manuel Jiménez por su orientación brindada en el trabajo de campo y por la lectura crítica del trabajo. El presente trabajo fue realizado con el aporte del Gobierno Autónomo del Municipio de Villa Vaca Guzmán, a quienes también agradezco de sobremano.

Referencias

- Carretero, A. 2007. Manual de Manejo de los Bosques de Bolivia, Ibisch & S.G. Beck. La Paz. Bolivia.
- Coronado, V. 2010. Riqueza, diversidad, estructura y uso de los bosques montañosos secundarios en la micro-cuenca Tartagalito del PN-AMI Serranía del Ñaño, Luis Calvo del Dpto. Chuquisaca. Tesis de Grado para Obtener el Título de Ingeniera en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA 2. Sucre. 107 .
- Corporación Regional de Desarrollo de Chuquisaca (CORDECH). 1987. Estudio Integrado de la Subregión II Chuquisaca Centro, Chuquisaca, Bolivia.
- Fonseca, W. G.; F. G. Alice & J. M Rey. 2009. Modelos para estimar la biomasa de especies nativas en plantaciones y bosques secundarios en la zona Caribe de Costa Rica. *Bosque*, 30(1):36-47.

- Guillén, R., Ibisch, P. and Reichle, S., 2002. Formaciones y comunidades de vegetación. In: P.L. Ibisch, Columba, K. and Reichle, S. (Editors), Plan de Conservación y Desarrollo Sostenible para el Bosque Seco Chiquitano, Cerrado y Pantanal Boliviano. Editorial FAN. Santa Cruz, pp. II-32-60.
- Joaquín, N. & C. Saravia. 1994. Informe técnico sobre identificación de la vegetación nativa del Chaco Chuquisaqueño. Estación experimental del Chaco. El Salvador corporación de Desarrollo de Chuquisaca (CORDECH), Chuquisaca Bolivia.
- Joaquín, N. 1994. Resultados preliminares de producción forrajera de un pastizal nativo Chaqueño, bajo tres sistemas de manejo. Boletín técnico. Estación Experimental del Chaco “El Salvador”. CORDECH, Chuquisaca, Bolivia.
- Joaquín, N. 1996. Investigaciones en pastos en el Centro de Investigación Agrícola Tropical, Bolivia. [Cited 2014 Oct 24]; Available from: <http://r4d.dfid.gov.uk/pdf/outputs/r6606o.pdf>
- Joaquín, N. 2001. Líneas de investigación en pasturas tropicales en el CIAT-Bolivia: Recuperación y manejo de vegetación nativa de zonas semiáridas. In: Manejo y evaluación de pasturas tropicales (2001, Santa Cruz, Bolivia). 1 ed. Santa Cruz, Bolivia. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 223,224.
- Machaca, A., Joaquín, N. & R. Aguirre. R.2008. Asociación Boliviana de Producción Animal Universidad Autónoma Gabriel René Moreno SC (Bolivia) F de CV. Regeneración natural de especies arbóreas en sistemas ganaderos del Chaco Boliviano. Reunión Nacional de ABOPA Productividad y Desarrollo Santa Cruz de la Sierra (Bolivia) 29-31.
- Ministerio de Desarrollo Sostenible, Viceministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente (MDS-VRNMA). 2005. Evaluación estratégica ambiental de la agricultura, ganadería forestal y cuencas del Oriente Boliviano. Informe Museo Noel Kempff Mercado al Ministerio de Desarrollo Sostenible Vice Ministerio de Recursos Naturales y Medio Ambiente Santa Cruz.
- Mostacedo, B. & T. Fredericksen. 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Editorial el País. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR); Santa Cruz. 87.
- Muller-Dumbois, D. and Ellemberg, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Wiley & Sons. New York. 547.
- Patiie, P. & F. Ferry. 1999. Bosques vs. Ganado: Una evaluación económica de las alternativas para los propietarios de tierras en los llanos Bolivianos. Documento técnico. Proyecto de desarrollo sostenible BOFOR Santa Cruz – Bolivia.
- PDM, 2001. Plan de Desarrollo Municipal de Muyupampa. Municipio Villa Vaca Guzmán la Primera Sección de la Provincia Luis Calvo.
- Quispe, R. 2013. Relación de las especies forrajeras nativas preferidas por el ganado vacuno con el contenido nutricional y su disponibilidad dentro del bosque en la comunidad de Azero Norte en el PN – AMMI – Serranía del Ñaño”, en el cantón Monteagudo, Provincia Monteagudo del Dpto. Chuquisaca. Tesis de grado para optar el Título de Ingeniero en Recursos Naturales. Universidad Mayor, Real Y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. BEISA3. Chuquisaca. 89.
- Rivera, J. C. 2014. Reunión de coordinación Proyecto Ganadería y Forrajes (comunicación personal). Sucre, Bolivia.
- Saravia, C. Virieux, M., Segovia, G. & Salas, E. 1996. Manual de ganadería del Chaco Boliviano. Ed. ANDES SUR. Sucre – Bolivia.
- SERNAP, 2011. Plan de manejo del Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado Serranía del Ñaño. Documento síntesis del plan (2012-2021) Monteagudo. Chuquisaca. Bolivia. 265p.
- Serrano, M. 2003. Estructura y composición de bosques montanos subtropicales y sus implicaciones para la conservación y el manejo de los recursos forestales en la Serranía del Ñaño. Chuquisaca. Bolivia.
- Staley T. E., J.M. González & J. P. S. Neel. 2008. Conversion of deciduous forest to silvopasture produces soil properties indicative of rapid transition to improved pasture. *Agroforestry Systems* 74:267-277.
- Terán, J. R. 1995: Sistema Silvopastoril y Leñosas Forrajeras en el Monte Chaqueño Serrano de Chuquisaca. (Págs. 64 – 65). Editado por PLAFOR. Sucre. Bolivia.

- Vera, R. 2001. Problemas y oportunidades para el desarrollo de los sistemas ganaderos latinoamericanos. In. Manejo y evaluación de pasturas tropicales (2001, Santa Cruz, BOL). 1 ed. Santa Cruz, Bolivia. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). 1-9
- Vides-Almonacid, R., S. Reichle & F. Padilla, 2007. Planificación Ecorregional del Bosque Seco Chiquitano. FCBC - TNC, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia. 245.
- Zarate, R. 2010. Estudio de la actividad ganadera y la regeneración natural de las leñosas forrajeras de los bosques secos en PNANMI- Serranía del Iñaño. Tesis Lic. Ing. Agrónomo. Sucre. Bolivia. UMRPSFXCH. 164.

Pastoreo extensivo y riqueza estacional de forrajeras nativas en bosques secos en la comunidad de Iripiti, Municipio Villa Vaca Guzmán

Extensive grazing and native seasonal forage richness in dry forests in the community of Iripiti,
Villa Vaca Guzmán Municipality

Manuel H. Jiménez Huamán^{1*}, Delia Vargas Ochoa² & David Villalba Vargas³

¹ Proyecto BEISA 3, Instituto de Seguridad Alimentaria, Facultad Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real Y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. Calle Calvo #132, Sucre-Bolivia.

²Carrera de Ingeniería Agroforestal de la Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca.

³Carrera de Veterinaria y Zootecnia de la Facultad Integral Defensores del Chaco, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca. * mjimenezhuaman@yahoo.com.

Resumen

Los bosques secos constituyen la principal fuente de recursos forrajeros para el ganado bovino, pero el sistema de crianza libre está produciendo la degradación y pérdida de los recursos forrajeros. Se buscó dar respuesta a ¿Cuántas forrajeras nativas existen?, ¿Qué especies forrajeras nativas existen en el bosque primario?, ¿Cuál es la disponibilidad estacional de forrajeras nativas? y ¿Cuál es la influencia de las áreas cerradas al pastoreo sobre la riqueza de forrajeras nativas?. Se cerraron cuatro hectáreas de bosque, para la evaluación florística se instalaron 16 parcelas temporales de 50 x 20 m en los cerramientos y 16 parcelas de las mismas dimensiones fuera de los cerramientos. En el bosque seco se han registrado 269 especies, distribuidos en 81 familias botánicas. Las familias que mayor especies concentras fueron Fabaceae (27 especies) y Asteraceae (26 especies). En la categoría de excelente forrajera fue importante *Senegalia polyphylla*. Los cerramientos incrementaron el número de individuos de las plantas nativas excelente forrajera, buena forrajera y poco forrajera, mientras las no forrajeras disminuyeron en su densidad. Se espera que los resultados contribuyan al manejo sustentable del bosque, incrementando la disponibilidad forrajera y la capacidad de carga animal, sin desequilibrar la dinámica natural de estos bosques.

Palabras clave: Ganado bovino, manejo de monte, riqueza forrajera, sobrepastoreo.

Abstract

Dry forests constitute the main source of forage resources for cattle, but the system of free range rearing is producing the degradation and loss of forage resources. An answer is sought to the questions: How many native forage species exist?, What native forage species exist in primary forest?, What is the seasonal availability of native forage species?, What is the influence of areas closed to grazing on the richness of native forage species?, Four hectares of forest were closed for floristic evaluation where 16 temporary plots were installed, each of 50 x 20 m, and a further 16 plots of the same outside of the closed areas. In the dry forest 269 species have been recorded, distributed in 81 botanical families. The families with the most species were distributed in Fabaceae (27 species), and Asteraceae (26 species). In the category of excellent grazing the species 'camba chari' (*Senegalia polyphylla*), was observed. The closed areas resulted in an increase in the number of individuals of the native forage species of excellent quality, including species of good grazing quality, and occasionally grazed species. Species which were not observed to be grazed reduced in density in the closed areas. It is anticipated that the results will contribute to the sustainable management of the forest, increasing the availability of forage and the animal loading capacity, without upsetting the natural dynamics of these forests.

Key words: Cattle, forest management, forage richness, overgrazing.

Introducción

Los ecosistemas de bosques secos representan el 42% de los bosques tropicales y subtropicales en el mundo y son los más amenazados, persistiendo sólo el 0.1% de su cobertura original. Entre las causas está el rápido avance de la transformación en áreas agrícolas para el establecimiento de cultivos y pasturas (Murphy & Lugo 1986). La distribución de estos bosques en Latinoamérica están en el norte de México, Centro América, las Islas del Caribe, al sur en Brasil, Paraguay y Bolivia (Linares-Palomino 2004, 2010). En estos espacios aproximadamente el 62% del ganado bovino se cría de forma extensiva (pastoreo libre), siendo la causa para el daño a la biodiversidad (Sánchez y Rosales 1999).

Según Saravia (1995) y Joaquín (2001) el pastoreo continuo sin ninguna regulación de la carga animal de acuerdo a la capacidad de la finca produce degradación y pérdida de los recursos forrajeros, pérdidas de la riqueza de especies forrajeras, incremento e invasión de especies no deseables, degradación del suelo, pérdida del suelo, reducción de producción ganadera, impacto sobre especies forestales, transformaciones del paisaje e impacto sobre la fauna. A nivel de planta según Saravia (1995) el pastoreo extensivo continuo y sin control de la carga animal sobre las especies forrajeras de mayor calidad, conduce a la desaparición de las mismas por: a) la permanente reducción de superficie foliar por el pastoreo, o el ramoneo si es especie leñosa, disminuye la eficiencia fotosintética, debilitando rápidamente a la planta y b) el debilitamiento de la planta se traduce en inhibición de la reproducción, no producción de semillas, disminución de raíces con el consecuente menor abastecimiento de agua, reducción general de follaje y finalmente muerte por “inanición”, siendo las especies más palatables las que continuamente están sufriendo presión, y disminuyendo su posibilidad de regenerarse. Por lo que este sistema de crianza no es sostenible en el tiempo y repercute en la riqueza forrajera nativa, en la calidad de estas especies y en la disponibilidad de forraje para el ganado bovino, disminuyendo la producción de carne y leche.

En la región del Chaco de Chuquisaca, este sistema de crianza del ganado bovino representa la fuente de sustento para las familias, teniendo como recurso las plantas nativas forrajeras del bosque nativo. En este sentido, el proyecto BEISA

3, asumió la responsabilidad de generar alternativas para un óptimo aprovechamiento de los recursos forrajeros nativos del monte dentro de un sistema de pastoreo rotativo, contribuyendo a la regeneración de las forrajeras más palatables y por ende, a la conservación de los bosques subtropicales a través de su uso sostenido. Por lo que a través de la presente investigación se pretende dar respuesta a ¿Cuál es la influencia del pastoreo bovino extensivo en la riqueza forrajera estacional de bosques primarios secos del Tucumano Boliviano?. El objetivo general fue analizar la respuesta de la riqueza forrajera nativa del bosque primario al pastoreo en tres estaciones del año y los objetivos específicos es saber: ¿Cuál es la riqueza de las forrajeras nativa?; ¿Cuántas especies forrajeras nativas existen en el bosque primario? y ¿Cuál es la disponibilidad estacional de forrajeras nativas?.

Materiales y métodos

Los cerramientos de bosque se realizaron con cercos eléctricos, los cuales fueron alimentados con energía a través de cuatro paneles solares. Los cercos se construyeron de alambre liso galvanizado (3 hileras), postes de madera, aisladores, tensadores y herramientas menores para la instalación de las cercas. Para la instalación de las parcelas de evaluación florística se usaron huinchas, sogas y prensas botánicas para el prensado de los especímenes de herbario.

Ubicación del área de estudio

La población de ganado bovino en Bolivia es de 8 millones 611 mil cabezas, de las cuales en el Departamento Chuquisaca existen 401144 reses, ocupando el tercer lugar con mayor producción pecuaria a nivel nacional, después de Beni (primer lugar) y Santa Cruz (segundo lugar) (SENASAG 2011). De esta cantidad de cabezas de ganado que tiene Chuquisaca, la mayoría se cría en el Chaco chuquisaqueño, donde la ganadería bovina es la principal actividad económica entre las áreas potenciales está la comunidad de Iripiti.

La comunidad de Iripiti, pertenece al Parque Nacional y Área Natural de Manejo Integrado, “Serranía del Iñaño”, que aproximadamente se ubica a 120 km de distancia desde el centro poblado de Muyupampa, en la provincia Luis Calvo. Los límites de esta comunidad son: al norte con la comunidad de

las Frías, al sud con la propiedad de Paz Villagómez, comunidad Yuqui, al este con la cordillera Ñancahuazu, al oeste con la serranía de Ñawañanca. Geográficamente la comunidad se encuentra ubicada en la latitud sur 19°54' 30''s, longitud occidental: 63°45' 12''w a una altura entre los 850 y 1120 msnm.

Instalación de los cerramientos

Para este estudio se consideraron cuatro cerramientos ubicados a la margen derecha del río Las Frías en forma paralela a este, con una separación aproximada de tres kilómetros y una extensión de una hectárea cada uno. La ubicación estuvo en función a las características de la vegetación y a la receptividad ganadera (que sean lo más similares y homogéneas en cuanto a composición del bosque). La instalación de los cerramientos se realizó durante el mes de febrero del 2013.

Evaluación florística de las forrajeras nativas

Para la evaluación se realizaron 16 parcelas en el área cerrada (cuatro por cada cerramiento) y 16 en el área con acceso al pastoreo. La ubicación de las parcelas dentro del cerramiento se ha realizado al azar y en función a esto se ubicaron fuera del cerramiento considerando el criterio de parcelas apareadas (Fig. 1). Las dimensiones de cada parcela fueron de 20 m de ancho y 50 m de largo, divididos en 10 sub parcelas de 10 m x 10 m. Los parámetros evaluados dentro y fuera del cerramiento fueron: especies y número de individuos por categoría (excelente forrajera, forrajera, poco forrajera y no forrajera). Las épocas de evaluación fueron en los meses de abril (fin de lluvias), agosto (fin de invierno), diciembre (inicio de lluvias) y nuevamente agosto (fin de invierno); es decir a los 2, 6, 10 y 17 meses respectivamente después de concluir la instalación de los cerramientos.

Los estratos que se evaluaron fueron (Fig. 2): para herbáceas < 0.50 m (en sub parcela de 1 m x 1 m), estrato arbustivo de 0.50 m a < 2 m de altura de planta (sub parcela de 3 m x 3 m), estrato arbóreo de 2 a < 8 m (sub parcela de 10 m x 10 m) y ≥ 8 m de altura (también en la sub parcela de 10 m x 10 m). El acceso del ganado a los cerramientos no fue permitido, pero sí tuvieron acceso a las partes circundantes, de forma libre tal como acostumbran los pobladores, evitando dirigir la concentración de los animales para alguno

de los sectores.

Para la evaluación de la influencia de los cerramientos al pastoreo se comparó la diversidad de especies y número de individuos entre el mes de agosto (6 meses del cerramiento) y julio (17 meses del cerramiento), entre las parcelas cerradas y las de libre acceso al pastoreo.

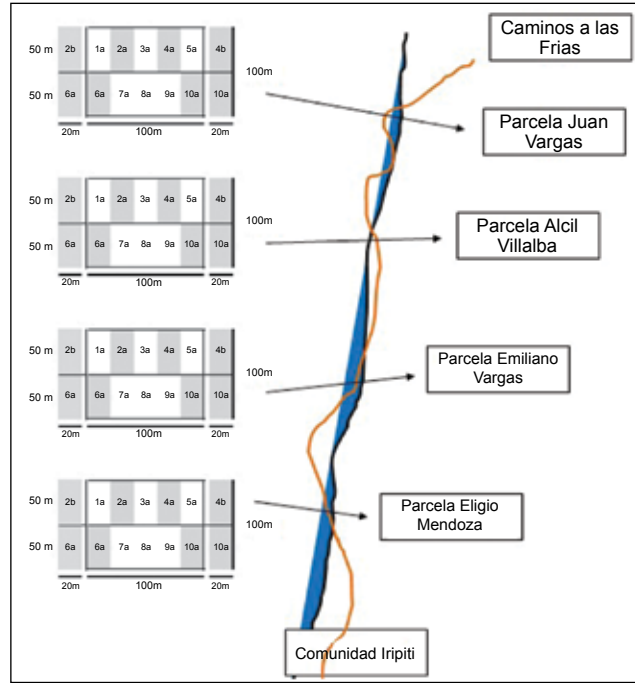


Figura 1. Detalle de la ubicación de las áreas cerradas al pastoreo y de las unidades de evaluación.

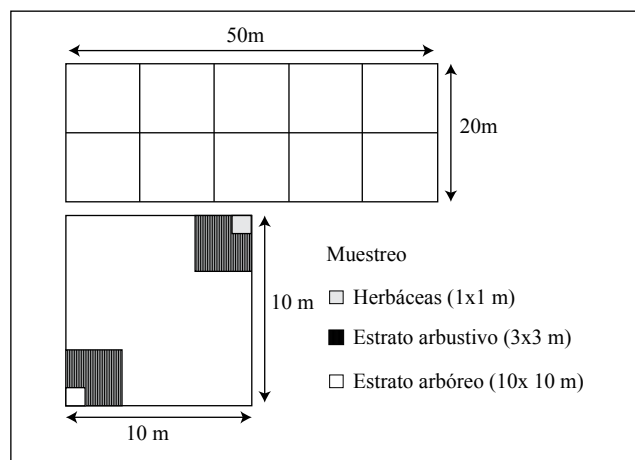


Figura 2. Detalle de las sub parcelas de evaluación dentro de las parcelas establecidas en los cerramientos al pastoreo.

Resultados

Riqueza de especies forrajeras en el bosque seco

En total en el bosque seco de Iripiti, se han registrado 269 especies, distribuidos en 81 familias botánicas. Las familias con mayor número de especies son Fabaceae (27 especies) y Asteraceae (26 especies), luego son importantes Solanaceae, Sapindaceae y Bignoniaceae. De estas 269 especies registradas, 51 son excelentes forrajeras, 73 buenas forrajeras y 124 entre poco y sin valor forrajero (Fig. 3 y 4).

La categoría no forrajera presentó mayor diversidad de especies (128), seguido por las buenas forrajeras (73) y excelentes forrajeras (51). Lo mismo se manifiesta en la abundancia de las especies registradas, donde en la categoría no forrajera predomina ampliamente en los estratos de: 0.5 a < 2m (8 668 indiv.), 2 a < 8 m (10 375 indiv.) y ≥8 m (5 855 indiv.), excepto en el estrato 0-0.5m donde la categoría excelente forrajera (15 579 indiv.) tiene más individuos que la categoría no forrajera (11 112 indiv.).

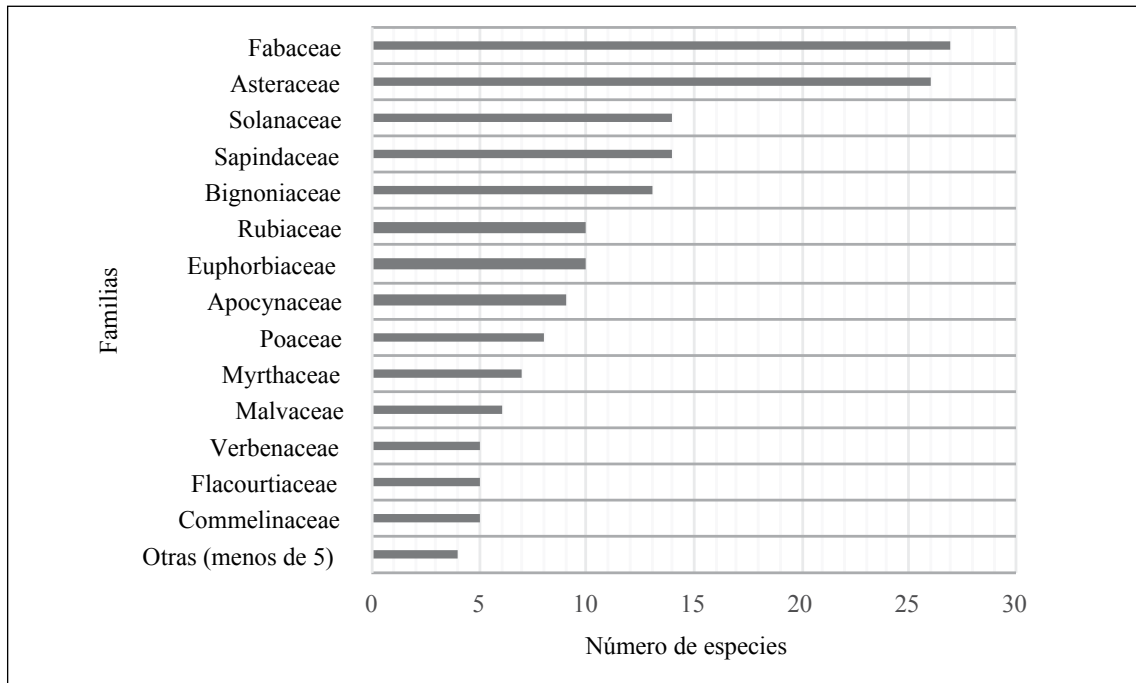


Figura 3. Riqueza de especies y su distribución por familia botánica en los bosques secos de Iripiti.

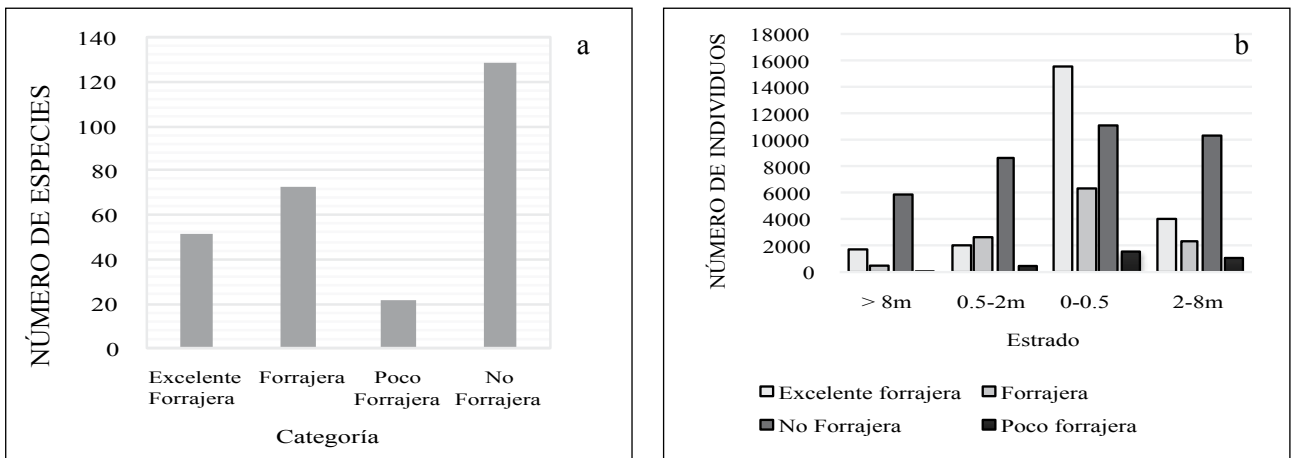


Figura 4. Riqueza de forrajeras nativas en el bosque seco, según el a) número de especies, b) individuos.

Plantas nativas con mayor abundancia en el bosque seco

Categoría excelente forrajera

La especie de la categoría excelente forrajera con mayor abundancia absoluta en el bosque seco fue *Senegalia polyphylla* (camba chari), siendo la especie que mayor forraje aporta para el ganado bovino que consume sus hojas y frutos, y esta presente en todos los estratos del bosque (Tabla 1). Esta especie abundante en el estrato < 0.5 m, presentó 2 433 individuos/640 m² (38 016 individuos/ha), debido a la abundante semilla que produce y buena capacidad de germinación, sin embargo estas poblaciones de *S. polyphylla* disminuye drásticamente en el estrato de 0.5 a < 2 m, donde alcanzó solo 85 individuos/1920 m² (443 individuos/ha). En el estrato de 2 a < 8m se registró 784 individuos/32000 m² (245 individuos/ha) y en el estrato ≥ 8 m, 504 individuos/32000 m² (158 individuos/ha).

La siguiente especie forrajera importante por su abundancia fue *Arrabidaea selloi* (mora para hacer canasta), al tratarse de una planta trepadora, esta en todos los estratos. En el estrato de < 0.5

m, se encontraron 882 individuos/640 m² (13 781 individuos/ha); en el estrato de 0.5 a < 2 m acumula 122 individuos/1920 m² (635 individuos/ha), el estrato de 2 a < 8m registró 212 individuos/32 000 m² (66 individuos/ha) y en el estrato ≥ 8 m 712 individuos/32 000 m² (223 individuos/ha). La tercera especie importante por su abundancia fue *Hybanthus oppositifolius* (ajipa), que en el estrato de < 0.5 m registró 1 334 individuos/640m² (20 844 individuos/ha), en el estrato de 0.5 a < 2m presenta 575 individuos/1920 m² (2 995 individuos/ha) y en el estrato 2 a < 8 m solo registró 8 individuos/32 000 m² (3 individuos/ha). Luego son importantes por su abundancia, cuatro herbáceas (grama guiadora, pega pega, motobobo y ramoneo) propias del estrato < 0.5 m, que juntas acumulan 6 311 individuos/640 m² (98 609 individuos/ha).

Por otro lado, en contraste con las especies de mayor abundancia, existen otras que fueron raras en el área evaluada como el aribibi (*Capsicum* sp), caja wajtana (*Herreria montevidensis*), falso aguay (*Clavija tarapotana*), ramoneo (*Justicia ramulosa*), challa (*Rhipidocladum racemiflorum*), y otra también conocida como ramoneo (*Ruellia brevifolia*).

Tabla 1. Número de individuos de las especies de plantas de la categoría excelente forrajera en los estratos del bosque seco de Iripití.

Familia	Nombre científico	Nombre común	< 0.5 m	0.5 a < 2 m	2 a < 8 m	≥ 8 m	Total
Fabaceae	<i>Senegalia polyphylla</i>	Camba chari	2433	85	784	504	3806
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea selloi</i>	Mora canasta	882	122	212	712	1928
Violaceae	<i>Hybanthus oppositifolius</i>	Ajipa	1334	575	18	-	1927
Poaceae	<i>Ichnanthus tenuis</i>	Grama guiadora	1816	4	-	-	1820
Fabaceae	<i>Desmodium neomexicanum</i>	Pega pega	1592	1	-	-	1593
Solanaceae	<i>Lycianthes asarifolia</i>	Motobobo	1497	-	-	-	1497
Acanthaceae	<i>Justicia vernalis</i>	Ramoneo	1406	5	-	-	1411
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i>	Zapallo	79	117	958	19	1173
Cannabaceae	<i>Celtis pubescens</i>	Tala tala	583	38	173	6	800
Fabaceae	<i>Anadenanthera colubrina</i>	Wilca	527	34	108	108	777
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Aguay	70	29	513	84	696
Amaranthaceae	<i>Hebanthe occidentalis</i>	Carurillo	367	86	77	73	603
Phytolaccaceae	<i>Gallesia integrifolia</i>	Palo ajo	320	10	96	153	579
Sellaginaceae	<i>Selaginella silvestres</i>	Selaginella	523	-	-	-	523

Categoría buena forrajera

En esta categoría la especie más abundante fue la espina vidalilla (*Barnadesia corymbosa*), que por su hábito apoyante, le permite estar presente en todos los estratos del bosque (Tabla 2). De esta especie, en el estrato < 0.5 m se registró 2 789 individuos/640m² (43 578 individuos/ha), en el estrato de 0.5 a < 2 m están 1058/1920 m² (5 510 individuos/ha), el estrato de 2 a < 8 m presenta 781 individuos/32000 m² (244 individuos/ha) y en el estrato ≥ 8 m se registró 155/32 000 m² (48 individuos/ha).

Categoría poco forrajera

En esta categoría la especie notable por su abundancia fue el guaranguay (*Tecoma stans*), en los estratos < 0.5 m (22 individuos/640 m²), y 0.5 a < 2 m (30 individuos/1920 m²) y en el estrato 2 a < 8 m (392 individuos/32 000 m²). Continúan especies como el yuyo (*Talinum fruticosum*), karqo sawinto (*Eugenia involucrata*), sawinto (*Myrcianthes pungens*), entre otros (Tabla 3).

Tabla 2. Número de individuos de las especies de plantas de la categoría buena forrajera en los estratos del bosque seco de Iripiti.

Familia	Nombre científico	Nombre común	< 0.5 m	0.5 a < 2 m	2 a < 8 m	≥ 8 m	Total
Asteraceae	<i>Barnadesia corymbosa</i>	Espina vidalilla	2789	1058	781	155	4783
Anacardiaceae	<i>Astronium urundeuva</i>	Cuchi	124	31	52	135	342
Commelinaceae	<i>Tripogandra sp.</i>	Gramma carnosa	334	-	-	-	334
Pteridaceae	<i>Adiantopsis radiata</i>	Helecho	312	-	-	-	312
Bignoniaceae	<i>Paradolichandra chodatii</i>	Mora blanca	122	38	36	48	244
Phytolaccaceae	<i>Petiveria alliacea</i>	Anamo	217	-	-	-	217
Dioscoraceae	<i>Dioscorea sp</i>	Carate papa	167	30	-	-	197
Rubiaceae	<i>Calycophyllum multiflorum</i>	Blanquillo/Palo blanco	58	41	38	57	194
Fabaceae	<i>Machaerium scleroxylon</i>	Guayacán	30	56	103	2	191

Tabla 3. Número de individuos de las especies de plantas de la categoría poco forrajera en los estratos del bosque seco de Iripiti.

Familia	Nombre científico	Nombre común	< 0.5 m	0.5 a < 2 m	2 a < 8 m	≥ 8 m	Total
Bignoniaceae	<i>Tecoma stans</i>	Guaranguay	22	30	392	8	452
Talinaceae	<i>Talinum fruticosum</i>	Yuyo	360	-	-	-	360
Myrthaceae	<i>Eugenia involucrata</i>	Karqo sawinto	43	93	123	2	261
Myrthaceae	<i>Myrcianthes pungens</i>	Sawinto	70	39	106	11	226
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i>	Parecido pita pita	65	42	81	1	189
Moraceae	<i>Dorstenia brasiliensis</i>	Contra yerba	159	-	-	-	159
Nyctaginaceae	<i>Bougainvillea sp.</i>	Uña de gato	2	10	109	12	133
Commelinaceae	<i>Tradescantiasp.</i>	Gramma carnosa	103	-	-	-	103
Fabaceae	<i>Calliandra trinervia</i>	Bejuco hoja palca	39	26	3	-	68
Verbenaceae	<i>Aloysia sp</i>	Palo Kacha	5	12	46	-	63
Malvaceae	<i>Ceiba insignis</i>	Toborocho	-	1	41	18	60

Categoría no forrajera

En esta categoría la planta mas abundante fue el bejuco (*Pristimera cf. andina*) y es la segunda en abundancia en todas las categorías después de la espina vidalilla (*Barnadesia corymbosa*), que también es una planta trepadora y está presente en todos los estratos. En el estrato de < 0.5m se encuentran 760 individuos/640 m² (11 875 individuos/ha) y en el de 0.5 a < 2 m alcanzó mayor numero de 2 390 individuos/1920 m² (12 448 individuos/ha). La segunda planta no forrajera abundante fue la manzanilla (*Brunfelsia grandiflora*) y es considerada como toxica para el ganado cuando accidentalmente la consume (Tabla 4).

Disponibilidad estacional de forrajeras nativas

Considerando la totalidad de especies (Fig. 5) el estrato de < 0.5 m en la época de inicio de lluvias (diciembre) presentó mayor número de especies, disminuyendo al finalizar este periodo (abril) y en invierno (agosto); la misma tendencia se manifiesta, aunque en menor grado en el estrato de 0.5 a < 2 m. Analizando por categoría forrajera en el estrato de < 0.5m el incremento marcado se registró en la categoría excelente forrajera (al finalizar la época de lluvias 37 especies, en invierno 39, e inicio de lluvias 43 especies), en la categoría forrajera (40, 45 y 55 en el mismo orden anterior), y en las que no son forrajeras (67, 64 y 88). En el estrato de 0.5 a < 2 m, el incremento se presentó en la categoría forrajera (35, 38 y 48) y las no forrajeras (71, 72 y 88 especies).

Tabla 4. Número de individuos de las especies de plantas de la categoría no forrajera en los estratos del bosque seco de Iripití.

Familia	Nombre científico	Nombre común	< 0.5 m	0.5 a < 2 m	2 a < 8 m	≥ 8 m	Total
Hippocrateaceae	<i>Pristimera cf. andina</i>	Bejuco	760	2390	798	408	4356
Solanaceae	<i>Brunfelsia grandiflora</i>	Manzanilla	639	1721	816	-	3176
Apocynaceae	<i>Prestonia sp</i>	Mora leche leche/Bejuco leche leche	610	32	511	1845	2998
Apocynaceae	<i>Aspidosperma cylindrocarpon</i>	Palo amargo	188	481	788	173	1630
Fabaceae	<i>Caesalpinia pluviosa</i>	Momoqui	626	332	358	98	1414
Asteraceae	<i>Mikania urticifolia</i>	Bejuco	141	226	744	2	1113
Sapindaceae	<i>Serjania sp</i>	Mora trebol	528	20	44	37	629
Flacourtiaceae	<i>Casearia gossypiosperma</i>	Belillo	180	188	191	13	572
Fabaceae	<i>Myroxylon peruiferum</i>	Quina	24	202	315	24	565
Fabaceae	<i>Pogonopus tubulosus</i>	Quinilla	56	134	261	56	507

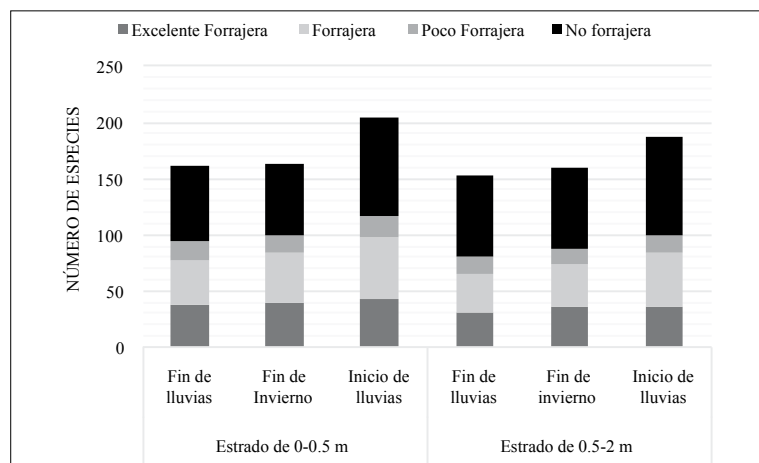


Figura 5. Variación estacional del número de especies de plantas en el bosque, por categoría forrajera.

Considerando el total del número de individuos en el estrato < 0.5 m existe una diferencia estacional bien marcada entre el inicio y fin del periodo de lluvias (12 493 y 12 917 individuos) y también al finalizar el invierno (9 169 individuos). Para las especies de la categoría excelente forrajera se registraron 5 330 y 6 050 individuos (inicio y fin del periodo de lluvias) y al finalizar el invierno 4 200 individuos. En la categoría forrajera para el final de la época de lluvias se registró solo 2 121 individuos, que comparativamente fue menor que al inicio de lluvias (2 319 individuos y en invierno 1 896 individuos). En la categoría poco forrajera en la época de lluvias habían 529 individuos, al inicio de lluvias se incrementó a 749 y en invierno descendió a 273 individuos (Fig. 6).

Esa misma tendencia se mantuvo para el estrato de 0.5 a < 2 m, aunque con menores diferencias, registrándose para el fin del periodo de lluvias un total de 4 818, en el inicio de lluvias 4 624 individuos y el final del invierno 4 259 individuos. Las categorías que evidencian estas diferencias fueron las especies consideradas excelentes forrajeras (al finalizar

las lluvias 675, y al inicio 778 y en invierno 516 individuos). La categoría forrajera registró en la época de lluvias 818 individuos, y al inicio de 884 y en invierno 897 individuos; y las poco forrajeras (175 y 147 al finalizar e inicio de las lluvias y al fin del invierno 139 individuos), ambas categorías no muestran un patrón definido.

Influencia del pastoreo

Considerando el número de especies después de seis meses de cerramiento, no se evidenció una tendencia definida entre los lugares con acceso al pastoreo y sin acceso, tampoco a los 17 meses (Tabla 5). Pero si se puede indicar que en las condiciones con acceso a los seis meses entre todas las categorías presentaron 145 especies y el lugar sin acceso 140, y a 17 meses en el sitio con acceso se registro 157 y el sitio sin acceso 152 especies. Si comparamos el área sin acceso a los seis y a los 17 meses la categoría excelente forrajera incrementa de 36 a 37, la categoría forrajera de 39 a 45, la no forrajera de 52 a 56, solo la categoría poco forrajera no incrementó en número de especies.

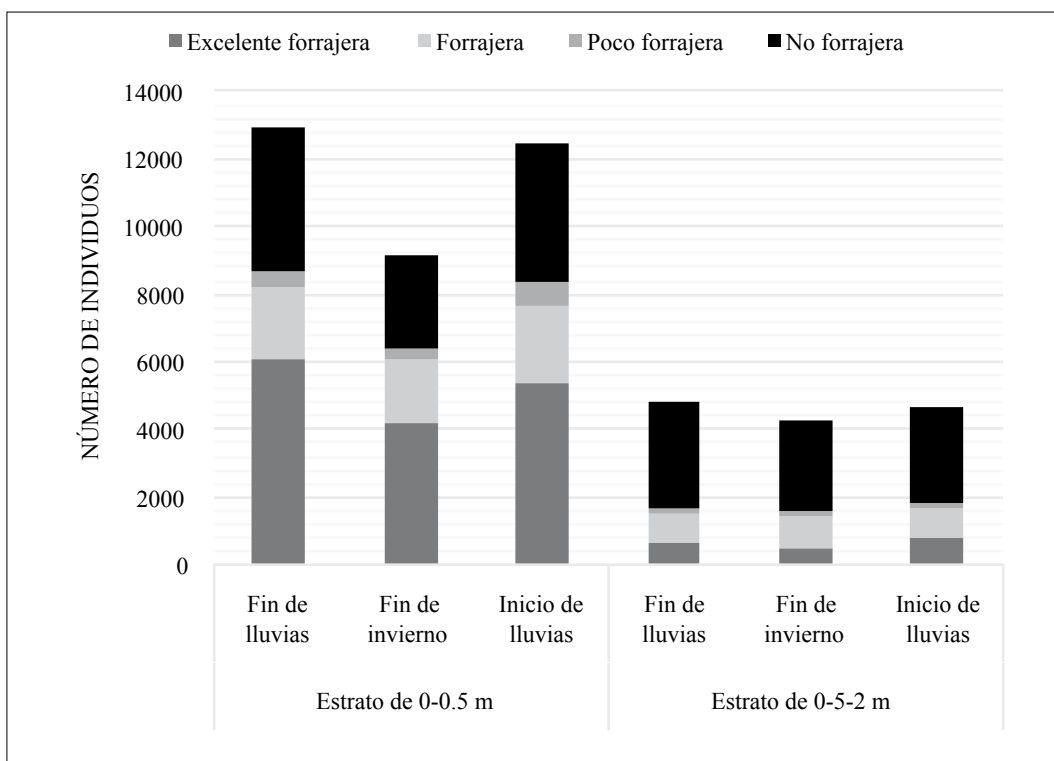


Figura 6. Variación estacional del número de individuos de las especies, por categoría forrajera.

Tabla 5. Influencia del pastoreo en el número de especies, estrato < 0.5 m. Área evaluada 320 m².

Categoría forrajera	Después de 6 meses		Después de 17 meses	
	Con acceso	Sin acceso	Con acceso	Sin acceso
Excelente Forrajera	38	34	36	37
Forrajera	40	39	47	45
No Forrajera	55	52	60	56
Poco Forrajera	12	15	14	14

Tabla 6. Influencia del pastoreo en el número de especies, estrato de 0.5 a < 2 m. Área evaluada 960 m².

Categoría forrajera	Después de 6 meses		Después de 17 meses	
	Con acceso	Sin acceso	Con acceso	Sin acceso
Excelente Forrajera	27	31	25	26
Forrajera	31	35	32	35
No Forrajera	63	51	68	63
Poco Forrajera	13	11	11	10

Tabla 7. Influencia del pastoreo en el número de individuos, estrato < 0.5 m. Área evaluada 320 m².

Categoría forrajera	Después de 6 meses		Después de 17 meses	
	Con acceso	Sin acceso	Con acceso	Sin acceso
Excelente Forrajera	2042	2158	1909	2540
Forrajera	965	931	930	1029
No Forrajera	1420	1380	1010	1321
Poco Forrajera	142	131	124	219

En el estrato de 0.5 a < 2 m, tampoco existe diferencias en el número de especies entre áreas con acceso y sin acceso, ni a los seis meses, tampoco a los 17 meses (Tabla 6). En el área cerrada comparando la evaluación realizadas a los seis y 17 meses, la categoría excelente forrajera desciende de 31 a 26, la forrajera se mantiene en 35, la no forrajera también incrementó de 51 a 63 especies y la poco forrajera desciende de 11 a 10 especies.

Considerando el incremento del número de individuos, en el estrato < 0.5 m, después de 17 meses de cerramiento, la diferencia fue notable a favor del área sin acceso al pastoreo. La categoría que más incrementó fueron las especies consideradas excelentes forrajeras con 2 540 individuos en el área sin acceso al pastoreo frente a 1 909 en el área con acceso (Tabla 7). También tuvieron este comportamiento las categorías buena forrajera (930 a 1 029 individuos), no forrajera (1 010 a 1 321 individuos) y poco forrajera (124 a 219 individuos). Si

comparamos los datos del área sin acceso al pastoreo, las evaluaciones realizadas a los seis y 17 meses, las categorías que incrementaron en número de individuos fueron excelente forrajera (2 158 a 2 540 individuos), forrajera (de 931 a 1 029 individuos) y poco forrajera (131 a 219 individuos), reduciendo las no forrajera (1 380 a 1 321 individuos). En cambio, si comparamos las evaluaciones realizadas en los mismos periodos en el área con acceso al pastoreo, todas las categorías disminuyen en número de individuos.

En el estrato de 0.5 a < 2 m a los 17 meses después del cerramiento al pastoreo, se da la misma tendencia que en el estrato anterior, produciéndose un incremento en todas las categorías a favor del área sin acceso en comparación al área con acceso. La categoría excelente forrajera incrementó de 229 (con acceso) a 455 individuos (sin acceso), la categoría forrajera de 348 a 562, las poco forrajeras de 57 a 69 individuos y la no forrajera de 1 133 a 1 340 individuos (Tabla 8). En el área sin acceso

comparando las evaluaciones realizadas seis meses y 17 meses después del cerramiento, las categorías que incrementaron el número de individuos fueron las correspondientes a excelente forrajera, forrajera y poco forrajera. En cambio si comparamos el área con acceso, entre los mismos periodos, todas las categorías descienden en número de individuos.

Tabla 8. Influencia del pastoreo en el número de individuos de las especies, estrato de 0.5 a < 2 m. Área evaluada 960 m².

Categoría forrajera	Después de 6 meses		Después de 17 meses	
	Con acceso	Sin acceso	Con acceso	Sin acceso
Excelente Forrajera	246	270	229	455
Forrajera	430	467	348	562
No Forrajera	1327	1380	1133	1340
Poco Forrajera	75	64	57	69

Discusión

Riqueza florística

El número de familias botánicas identificadas para el presente estudio (81 familias) es menor a las encontradas por Villalobos (2009), quien reporto 101 familias para la comunidad de Monte Grande, una comunidad situada sobre la misma serranía pero en exposición oeste. Estas diferencias probablemente se deban a las diferentes características que presentan los bosques en las áreas de estudio, siendo las condiciones de las áreas experimentales más seco y ubicado a 834 msnm, mientras que el de Montegrande es más húmedo y está ubicado entre el gradiente altitudinal de 1000 a 1500 m. Pero si, coincide es en la familia botánica más importante (Fabaceae) en los estudios realizados por Villalobos (2009) y Felipez (2010).

En el presente estudio se han identificado 124 especies de plantas entre las categorías excelentes forrajeras y forrajeras, cantidad superior a la reportada por Felipez (2010), que un estudio de usos de plantas menciona a 40 especies forrajeras para la comunidad de Iripiti y Quispe (2013) en otro estudio de usos forrajero de especies menciona 105 forrajeras nativas para la comunidad de Azero Norte. La diferencia puede estar determinada probablemente por los métodos de evaluación empleados, ya que Felipez (2010) se basó en entrevistas a los comunarios y Quispe (2013) en observaciones directas al ganado bovino, pero sólo

en días específicos de acuerdo al método descrito, mientras que el presente estudio tiene base en la experiencia de dos pobladores, que por años se han dedicado al pastoreo del ganado en el monte.

Plantas nativas de mayor presencia en el bosque seco

Comparando la especie arbórea de mayor presencia, hay diferencias con lo reportado por Villalobos (2009) en un estudio de la composición botánica del bosque seco, que indica a *Capparis* cf. *prisca* como dominante en el piso premontano de la Serranía Yawañanca, y para el presente estudio fue *Senegalia polyphylla*; sin embargo se da cierta similitud en algunas especies reportadas para ambos estudios, como *Gallesia integrifolia*, *Pisonia zapallo*, *Chrysophyllum gonocarpum* y *Anadenanthera colubrina*. Se puede indicar que además se presentan las mismas especies si continuamos comparando con Quispe (2013), que reporta *Lycianthes asarifolia*, *Celtis pubescens* y *Petiveria alliacea* con cobertura de 25 a 50% y entre las 10 primeras más preferidas por el ganado bovino; en este estudio estas especies están en la categoría de excelentes forrajeras y también entre las 10 primeras en cuanto a su abundancia en el bosque seco.

Disponibilidad estacional de forrajeras nativas

La estacionalidad ejerce influencia en el número de especies y de forma mucho más marcada en el número de individuos. En la época de inicio de lluvias (diciembre), se identificaron mayor número de especies en relación a la época del final de lluvias (abril) y fin del invierno (agosto), en los estratos < 0.5m y de 0.5 a < 2 m. es muy probable que esto se deba a que algunas especies tienen determinado periodo o ciclo vegetativo (plantas anuales) o porque el muestreo coincidió con el periodo de defoliación de las plantas (plantas perennes), hasta el inicio de la primavera. Esto estaría estimulando a que las plantas perennes utilicen sus sustancias de reserva para iniciar el brote de nuevas yemas y en el caso de las plantas anuales inicien la germinación de la nueva planta, de tal forma que para diciembre estas estarían visibles, repercutiendo en el incremento del número de especies registradas para esta época.

El anterior enunciado es concordante con lo indicado por Huss (1996) y Staley (2008), que indican las condiciones atmosféricas tiene influencia en la

producción diaria y anual de las forrajeras nativas, sobre todo la precipitación que es la que condiciona el ciclo de crecimiento de las plantas y por lo tanto los sistemas de manejo, además de la regeneración (reclutamiento) y el crecimiento, que permiten mantener la estructura del bosque (Finegan 1992, Uslar 2004). Este proceso biológico natural se ve reflejado en la disponibilidad de las forrajeras nativas, las cuales se reducen hasta un 30% en el número de individuos para la época de fin de invierno y esto sin considerar la parte foliar de cada individuo que está muy disminuida en relación a la época inicio (diciembre) y fin de lluvias (abril).

Efecto del pastoreo en las forrajeras nativas

El efecto del pastoreo es variado como indican De la Orden et al. (2006), Gakis et al (2004) pueden darse impactos directos como indirectos, que dependen de la intensidad de pastoreo como de las características de los ecosistemas, que se manifiestan en la modificación de las comunidades vegetales (Bazzaz 1996). En los bosques secos de la comunidad de Iripiti, a nivel de especie a los 17 meses de cerramientos no se produce una evidencia clara de la variación en el número de especies ni en el estrato 0-0.5m ni en el de 0.5-2m entre el área con acceso al pastoreo y sin acceso, probablemente por el corto periodo de la clausura. Pero a nivel de individuos en ambos (< 0.5m y 0.5 a < 2 m) se evidencia claramente que las plantas de la categoría excelente forrajera, forrajera y poca forrajera en el área sin acceso al pastoreo incrementaron su densidad, porque no estuvieron siendo ramoneadas constantemente por el ganado bovino, mientras que las plantas de la categoría no forrajera descienden, probablemente porque al recuperar densidad las plantas forrajeras estas están interfiriendo con el desarrollo de las no forrajeras.

Mientras que en el área con acceso al pastoreo las plantas de todas las categorías disminuyeron su densidad, esto muestra que el ganado bovino cuando pastorea permanentemente una determinada área, con el transcurrir del tiempo va disminuyendo la cobertura vegetal, provocando la pérdida de nutrientes del suelo que ocasiona mayor compactación por el pisoteo del ganado. Estos mismos efectos fueron reportados por la GIZ (2014) en un estudio realizado en la localidad de Machareti correspondiente al Chaco Boliviano,

donde en un monte cerrado al pastoreo se encontró 24% de cobertura entre las plantas muy deseables, deseables y poco deseables para el ganado bovino, mientras que el monte abierto estas mismas categorías totalizaron solo 12% de cobertura, mientras que las plantas no deseables en el área cerrada registraron 21% de cobertura y 38% en el monte abierto.

Conclusiones

El cerramiento y uso racional de pequeñas áreas, mediante el empleo de tecnología sencilla, de fácil aplicación, tal como la utilización de cercos eléctricos que ejerce un marcado efecto positivo en la recuperación de la cobertura vegetal de los ecosistemas sometidos a profundas alteraciones por el sobrepastoreo y explotación indiscriminada del recurso forestal, permitiendo que sea posible evitar la escasez de forrajes nativos en los períodos críticos, disponer de un sector con forrajes para animales desnutridos y enfermos, pudiendo el productor comenzar un proceso de manejo del ganado simultáneamente a la modificación de la condición del recurso vegetal.

A partir de la investigación en las áreas cerradas al pastoreo en predios de los pequeños productores ganaderos, se pueden constituir en unidades de observación ecológicas permanentes, debiéndose efectuar la cuantificación detallada de los cambios en la riqueza y abundancia de las especies dentro y fuera de los mismos, con lo cual se genera, información más precisa sobre la dinámica de recuperación de los diferentes ambientes pastoriles de la comunidad de Iripiti.

Los bosques secos de la comunidad de Iripiti tiene una alta riqueza de especies forrajeras, reportando 124 especies en las categorías excelente y buena forrajera, que son consideradas importantes para el alimento del ganado bovino. En este estudio no solo se ha identificado cuales y cuantas plantas forrajeras son útiles dentro el área, si no también se consideró a las poblaciones de las especies no forrajeras.

Si bien sabemos que en las áreas al pastoreo continuo las especies forrajeras disminuyen, con el transcurso del tiempo, para esto es importante hacer el manejo adecuado para el monte nativo y así evitar la pérdida de forrajeras nativas ya que son de mucha importancia para el alimento del ganado. Se pudo notar entonces que según los resultados el pastoreo,

sin control en nuestro caso sin cerramientos, las forrajeras nativas disminuyó en cuanto a número de individuos, en comparación con las áreas cerradas.

Referencias

- Bazzaz, F.A. 1996. Plants in changing environments: linking physiological, population, and community ecology. Cambridge University Press. Cambridge, UK. 320 .
- De la Orden E.A., A. Quiroga, D. Justiniano, M.C. Morlans. 2006. Efecto del sobrepastoreo en un pastizal de altura. Cumbres de Humaya. Catamarca. Argentina. Ecosistemas 15 (3): 142-147.
- Finegan, B. 1992. Bases ecológicas para la silvicultura. CATIE, Turrialba. 170 .
- Felipez, W. 2010. Identificación y valoración cultural de plantas nativas útiles con potencial económico en las Comunidades de Iripiti y monte Grande del PN ANMI -Serranía del Ñaño del Departamento de Chuquisaca. Tesis de Grado para obtener el Título de Ingeniero Agrónomo, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier. BEISA2. Chuquisaca. 77.
- Gakis, S., K. Mantzanas, D. Alifragis, V.P. Papanastasis, A. Papaicannou, D. Seilopoulos & P. Platis. 2004. Effects of understory vegetation on tree establishment and growth in a silvopastoral system in northern Greece. Agroforestry Systems 60:149-157.
- GIZ. 2014. Manejo de Monte y Agua para una Ganadería Sustentable, medidas de adaptación al cambio climático en el Chaco. Proagro. Unidad Regional Chaco. Informe Técnico, Sucre Bolivia
- Huss D. 1996. Principios de manejo de praderas naturales. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (Argentina). FAO, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile. 272.
- Joaquín, N. 2001. Líneas de investigación en pasturas tropicales en el CIAT Bolivia. En Herrero, M, Ramírez, A. Joaquín, N. Manejo y Evaluación de Pasturas Tropicales. Centro de Investigación Agrícola Tropical CIAT.
- Linares-Palomino, R. 2004. Los bosques tropicales estacionalmente secos: I. El concepto de los bosques secos en el Perú. *Arnoldia* 11(1): 85-102.
- Linares-Palomino R., Kvist L.P., Aguirre-Mendoza Z. & Gonzales-Inca C. 2010. Diversity and endemism of woody plant species in the Equatorial Pacific seasonally dry forests. *Biodiversity and Conservation* 19: 169-185.
- Mostacedo, B. & T. S. Fredericksen 2000. Manual de métodos básicos de muestreo y análisis en ecología vegetal. Editorial el País. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR), Santa Cruz. 87.
- Murphy, R. G. y A. E. Lugo. 1986. Ecology of tropical dry forest. *Annual Review of Ecology and Systematics* 17: 67-88.
- Quispe R. 2013. Relación de las especies forrajeras nativas preferidas por el ganado bovino con el contenido nutricional y su disponibilidad dentro del bosque en la comunidad Acero Nortedel PNANMI - serranía del Ñaño.
- Saravia, 1995. Manual de ganadería del chaco del Chaco Boliviano. El Salvador, CORDECH - Sucre.
- Staley T. E., J.M. Gonzalez & J.P.S.Neel. 2008. Conversion of deciduous forest to silvopasture produces soil properties indicative of rapid transition to improved pasture. *Agroforestry Systems* 74:267-277.
- SENASAG. 2011. Catastro ganadero del departamento de Chuquisaca. Publicado en prensa: Correo del Sur. Oficina Regional del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria e Inocuidad Alimentaria. Sucre Bolivia.
- Uslar, Y., B. Mostacedo & M. Saldias. 2004. Composición, estructura y dinámica de un bosque seco semideciduo en Santa Cruz, Bolivia. *Ecología en Bolivia* v.39 n.1 La Paz.
- Villalobos, J. M. 2009. Diversidad florística arbórea de los bosques secos del parque nacional y área natural de manejo integrado serranía del Ñaño, Bolivia Dpto. Chuquisaca. Tesis de grado para obtener el título de Ingeniero Forestal. Universidad Mayor de San Simón. BEISA 2. Cochabamba. 97.

Adaptabilidad de cuatro especies forrajeras en la comunidad de Iripití, Municipio de Villa Vaca Guzmán

Adaptability of four forage species Iripiti community, municipality of Villa Vaca Guzmán

Grover Vargas Cerezo^{1*}, Marco A. Barrientos Pinto² & Manuel Jiménez²

¹Gobierno Autónomo Municipal de Villa Vaca Guzmán, Chuquisaca Bolivia.

²Proyecto BEISA 3, Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria. Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca

*grovercito_v1@hotmail.com

Las especies nativas son un componente importante en muchos de los sistemas ganaderos. Sin embargo su productividad, así como la calidad nutritiva son muy bajas, particularmente en la época seca (Novoa 1983, Torres et al. 1994), por lo que es necesario introducir nuevas especies que se adapten y mejoren la producción de forrajes y de esta manera garantizar las inversiones a través de mejores rendimientos. El propósito de la explotación de los pastizales es producir la mayor cantidad posible de forraje de la mejor calidad (Argel et al. 2000), con la mejor eficiencia para la utilización y conversión en carne y leche (Molina 1979, Miranda 2009). Cabe resaltar que es la fuente de alimentación más importante en la dieta del hato nacional, puesto que la alimentación más económica y básica para el ganado efectuándose diariamente en el pastoreo.

Se realizó un experimento con pasturas en la comunidad de Iripití, Municipio de Villa Vaca Guzmán, departamento de Chuquisaca (Fig.1). El objetivo fue evaluar la adaptabilidad y producción de biomasa de cuatro especies forrajes para uso ganadero (Tabla 1), con la finalidad de predecir el grado de sustentabilidad de estas plantaciones bajo las condiciones climáticas de la región. Se cultivó cuatro especies forrajeras: *Panicum maximum* c.v. Tanzania (*Pasto Tanzania*), *Panicum maximum* var. Mombasa (*Pasto Mombaza*),

Brachiaria brizantha (*Brachiaria*), y *Panicum maximum* c.v. *Gaton panic* (*Pasto Gaton panic*), dispuestas en un diseño de bloques completamente al azar. Las variables evaluadas fueron altura de las plantas, área foliar, biomasa de forrajeras y biomasa de las malezas presentes en el cultivo de pastos. Los resultados obtenidos durante el primer año de estudio indican que las especies que presentaron el mayor desarrollo en el crecimiento fueron *Panicum maximum* var. Mombasa que midió 1.42 m, seguido de *Panicum maximum* c.v. Tanzania, con 0.97 m de altura, siendo estas las especies que mejor se adaptan. La especie con mayor desarrollo foliar fueron *Panicum maximum* c.v. Tanzania con 8.89 cm, seguido de *Panicum maximum* var. Mombasa con 17.50 cm, que presentó el mejor desarrollo en diámetro del macollo. La mayor producción de biomasa producida de estas plantas fueron el *Pasto Mombaza* con 3.67 kg/m² seguido del *Pasto Gaton panic* (3.57 kg/m²), *Brachiaria* (3.24 kg/m²) y el *Pasto Tanzania* (2.61 kg/m²), todas estas especies presentaron el mismo comportamiento. Los resultados de la evaluación de biomasa de malezas asociadas a las forrajeras introducidas se tiene que el *Pasto Gaton panic* obtuvo 0.07 kg/m² como la única especie con presencia de malezas en comparación de las demás forrajeras.

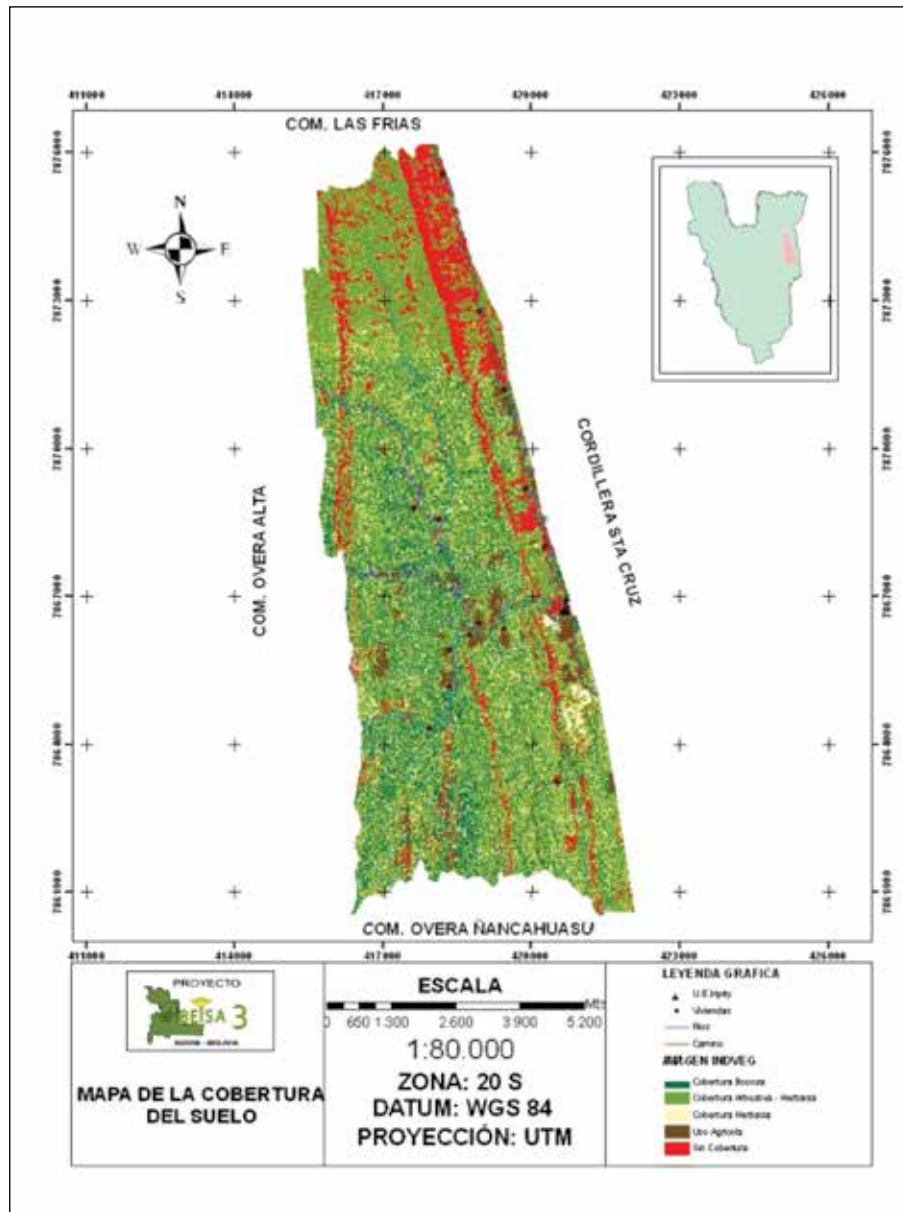


Figura 1. Mapa de la comunidad de Iripití en el PN-ANMI “Serranía del Iñao”, municipio de Villa Vaca Guzmán, departamento de Chuquisaca.

Tabla 1. Pastos introducidos, cultivados y evaluados en la comunidad de Iripiti, Municipio Villa Vaca Guzmán.

Nombre común	Nombre científico
Pasto Tanzania	<i>Panicum maximum</i> c.v. Tanzania
Pasto Mombaza	<i>Panicum maximum</i> var. Mombasa
Brachiaria	<i>Brachiaria brizantha</i>
Pasto Gatón panic	<i>Panicum maximum</i> c.v. Gatón panic

Agradecimientos

Los autores agradecen al Municipio de Villa Vaca Guzmán, al Ing. Heriberto Reynoso, por el apoyo recibido en el planteamiento de la metodología y la organización de la logística durante el desarrollo del trabajo de campo. Asimismo, a los pobladores de la comunidad de Iripití por su predisposición y permitir el desarrollo del trabajo de investigación dentro de la comunidad.

Bibliografía

- Argel, P.J., C. Hidalgo, M. Lobo Di. 2000. Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110), gramíneas con amplio rango de crecimiento, a condiciones del Trópico húmedo y subhúmedo. Consorcio Tropiloché. CATIE, CIAT, CIAG, MAG, UCR. Ministerio de Agricultura y Ganadería. 18.
- Novoa, A.R. 1983. Aspectos en la utilización y producción de forrajes en el trópico. Costa Rica. 105.
- Miranda, H.A. 2009. Adaptabilidad y producción de seis gramíneas forrajeras en Puerto Díaz. Managua, Nicaragua. 25.
- Molina, D. 1979. Pasturas perennes artificiales. En la provincia de Santa Cruz. Estación Experimental Agropecuaria. San Carlo de Bariloche, Argentina.
- Torres, R., R. Aparicio, E. García & L. Astudillo. 1994. Adaptabilidad de gramíneas y leguminosas forrajeras en el paisaje ecológico de sabana eólica del Cunaviche, Estado Apure. Zootecnia Trop. 12(1):133-147.

AGRO-ECOLÓGICA (RAE)

Revista del Instituto de Agroecología y Seguridad Alimentaria, Carrera de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Mayor, Real y Pontificia de San Francisco Xavier de Chuquisaca, Sucre, Bolivia.

ISSN 2411-7021 (Impreso), ISSN 2313-2906 (Digital)

La revista científica AGRO-ECOLÓGICA (RAE) se crea el año 2014 a raíz de la acreditación al MERCOSUR de la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Ciencias Agrarias y la necesidad de divulgar los trabajos de investigaciones básicas como aplicadas en las áreas de Agronomía, Agropecuaria, Agroforestal, Agroindustrial, Fruticultura, Veterinaria, Zootecnia, Biotecnología, Desarrollo Rural, Recursos Naturales, Biología, de estudios desarrollados en Chuquisaca y el resto del país. Actualmente, contempla además la publicación de trabajos realizados fuera de Bolivia, se realizan un volumen con dos números al año.

Objetivo: Difundir resultados de investigaciones en artículos, notas técnicas y resúmenes de investigaciones originales e inéditas de profesionales, docentes – investigadores y estudiantes en las líneas de investigación en agropecuaria, agroecología, biodiversidad, desarrollo rural, medio ambiente y otras afines.

INSTRUCCIONES PARA LOS AUTORES (Revisar la página web: www.iasabolivia.org)

Se debe entregar en formato digital con copia al correo electrónico de la revista con las siguientes características: Formato Word (doc, docx y dot) a doble espacio, tipografía de texto Times New Roman # 11, Tamaño de la hoja carta (21 x 28 cm), Márgenes tipo Normal (superior e inferior 2.5 cm; izquierdo y derecho 2.5 cm), Título en español y traducido al inglés, Títulos y autores justificados al centro, Contenido del documento justificado, Numerar las páginas progresivamente, fotografías y figuras se deben preparar en archivo aparte con alta resolución (mínimo 300 dpi), en formato jpg, bmp, o tiff, en tamaño 15 x 12 cm (el título de una fotografía debe llevar el rotulo de figura), el contenido del manuscrito va primero, luego se anexan tablas y figuras. Una vez aprobada la publicación del manuscrito, las figuras se deberán enviar en archivos separados, identificando el número de la figura que corresponde. Las fotos o mapas deben ser consideradas como figuras, las tablas deben estar en formato Excel y no pegadas como imágenes. **Número de máximo de palabras para artículos científicos es de 5000** (incluyendo tablas, figuras, fotografía y anexos o apéndices).

Todo trabajo en formato artículo debe incluir las siguientes secciones:

1. **Título:** Debe ser corto, informativo y preciso en relación con el contenido del trabajo y no debe exceder de 20 palabras. Se debe presentar también en idioma inglés. La citación de los

autores en caso de ser uno o varios autores escribir nombre completo, además indicar con un superíndice numeral arábigo a la institución al cual pertenecen (nombre de la institución y dirección). Debe indicarse quien será el autor de correspondencia con un superíndice (*). El número total de autores no deberá ser mayor de seis.

2. **Resumen:** El resumen debe contener entre máximo de 250 palabras. Incluir el objetivo del trabajo, el procedimiento seguido, los principales resultados y una discusión básica. No hacer referencias o incluir citas bibliográficas, figuras o cuadros. Se debe traducir al idioma inglés.
3. **Palabras clave:** máximo 5 citados en orden alfabético. No deben incluir palabras que aparecen en el título. Se debe traducir al idioma inglés
4. **Introducción:** Debe incluir el propósito de la investigación, los antecedentes más relevantes, la importancia del problema dentro del marco de estudio y los objetivos de la investigación. Toda información debe estar respaldada con citas bibliográficas y debe proporcionar una revisión adecuada de la literatura. La cita bibliográfica en el documento incluyen los apellido(s) y el año de publicación (p.e. Lozano 2007, Lozano & Martínez 2005).

Si son más de dos autores se pone et al. después del primer apellido p.e. "...la metodología propuesta por Lozano et al. 2010".

5. **Materiales y métodos:** Deben incluir el área de estudio e indicar claramente las variables que se pretende medir y su precisión, incluir el diseño experimental, unidad experimental, método de muestreo y tipo de análisis estadístico. Descripción de los tratamientos y variables evaluadas.
6. **Resultados:** Los resultados deben ser claros y concisos. Se presenta y analiza la información obtenida. Los datos derivados de la aplicación de la metodología, debe expresarse de una manera clara, ordenada y completa, pero a la vez concisa, basados en comprobaciones y no suposiciones, deben ser expresados por separado en figuras o tablas.
7. **Discusión:** Debe incluir un significado de los resultados, y su relación con otros trabajos publicados similares.
8. **Conclusiones:** Incluir las principales conclusiones del estudio en respuesta a los objetivos planteados. Se pueden presentar opcionalmente, afirmaciones derivadas de los resultados y no deben exceder los alcances de éstos, ni ser resumen o sin ser repetitivos con los resultados o discusión.
9. **Agradecimientos:** Debe ser breve y específico, limitados a las contribuciones directas al manuscrito y a la investigación involucrada.
10. **Referencias:** Si es posible es aconsejable usar gestores bibliográficos (Mendeley - Zotero) o seguir el siguiente formato: Redacción de referencias bibliográficas: Normas técnicas del IICA y CATIE; se debe hacer la lista bibliográfica en orden alfabético, luego cronológico y se debe seguir los siguientes ejemplos:
 - Montes de Oca, I. 2004. Enciclopedia de Geográfica de Bolivia. La Paz.872 p.
 - Marquardt, S., A. Marquez, H. Bouillot, S. G. Beck, A. C. Mayer, M. Kreuzer, H. Alzerrca. 2009. Intensity of browsing on trees and shrubs under experimental variation of cattle stocking densities in southern Bolivia. *Forest Ecology and Management* 258 (2009) 1422–1428.
 - Noellemeyer, E., F. Frank, C. Alvarez, G. Morazzo & A. Quiroga. 2008. Carbon contents and aggregation related to soil physical and biological properties under a

land-use sequence in the semiarid region of central Argentina. *Soil Tillage Res.* 99, 179–190. doi:10.1016/j.still.2008.02.003

- The Nature Conservancy (TNC). 1992. Evaluación Ecológica Rápida. Programa de Ciencias para América Latina., Arlington, VA, USA. 232 p.
- Terán, R. J. 1995. Sistema silvopastoril y Leñosas Forrajeras en el Monte Chaqueño Serrano de Chuquisaca. PLAFOR. Sucre Bolivia. 85 p.

FORMATOS PARA MANUSCRITOS DE NOTAS TÉCNICAS

Para las notas técnicas, número de máximo de palabras 2500. El documento debe contener las siguientes secciones: 1. Título, 2. Introducción (Opcional), 3. Conclusiones (Opcional), 4. Agradecimientos, y 5. Referencias.

FORMATOS PARA MANUSCRITOS DE NÚMEROS ESPECIALES

Los numero especiales pueden contener diferentes tipos de trabajo como: estudios realizados, reseñas o selección de trabajos de algún evento científico o en honor a alguien, compilaciones de investigaciones, trabajos derivados de algún proyecto. La publicación debe ser financiada por el grupo de editores respectivo, destinando fondos para la edición, diagramación, impresión y distribución. No se limita la extensión total del trabajo, porque está sujeta al alcance del contenido. La estructura del contenido de la revista se debe ajustar a los estándares regulares de la revista.

Agradecimientos

El Comité Editorial agradece la participación del comité arbitral anónimo que contribuyó con importantes aportes a los artículos y notas que fueron aceptados para su publicación en este número especial.

Comité Arbitral

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
M.J, M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
M.J, M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
V.C., M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
MV, M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
RAA, M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
GJV, M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
JA, M.Sc.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
JAC, Dr.

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
JCP, Ph.D

Universidad Mayor Pontificia San Francisco Xavier de
Chuquisaca - Bolivia
PG, M.Sc.

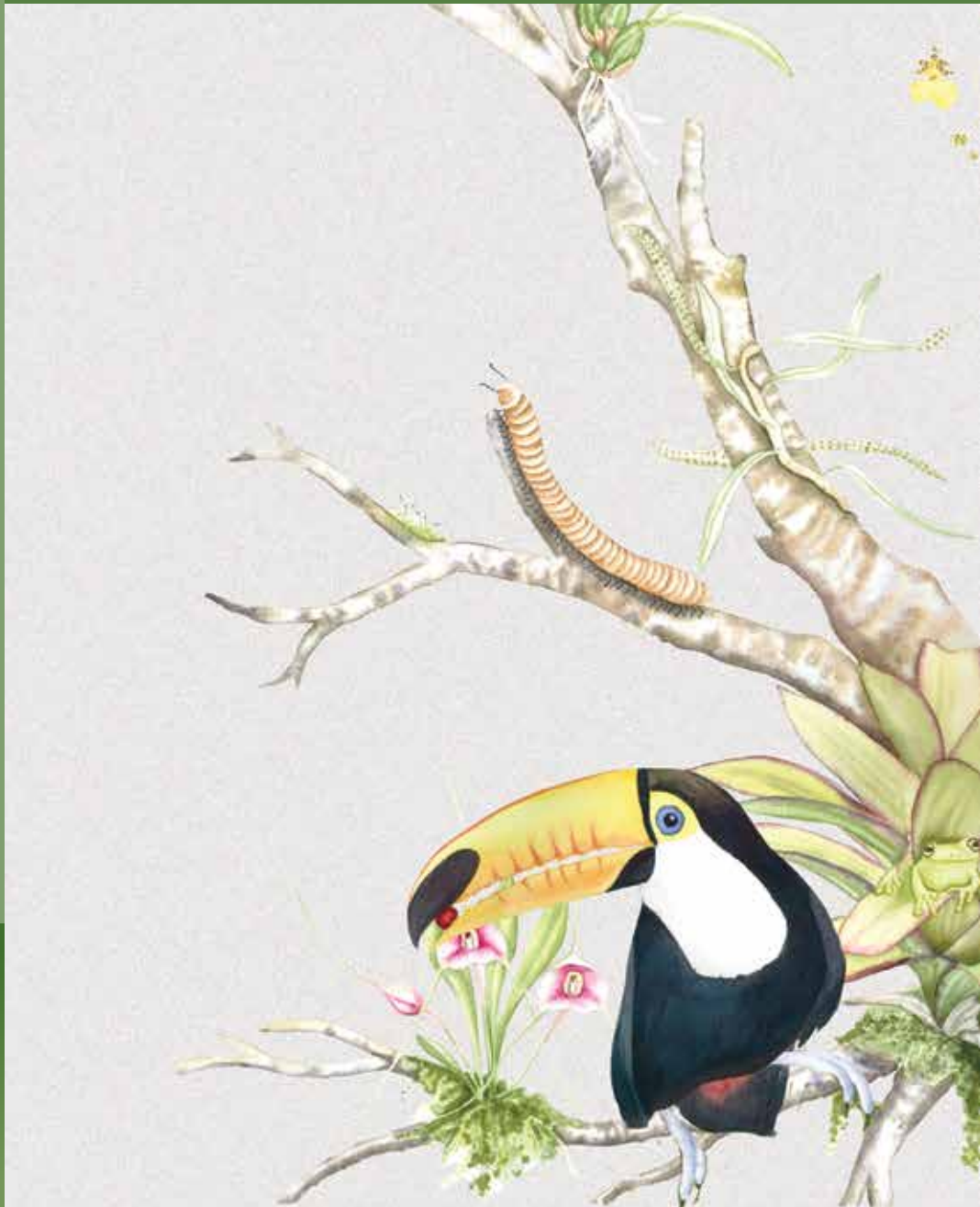
Traducción

Stephanie Freschie



Este número especial ha sido posible gracias al financiamiento de la agencia de Cooperación de Dinamarca - DANIDA

Sucre - Bolivia



PROYECTO
BEISA 3
AGROECOLOGÍA

